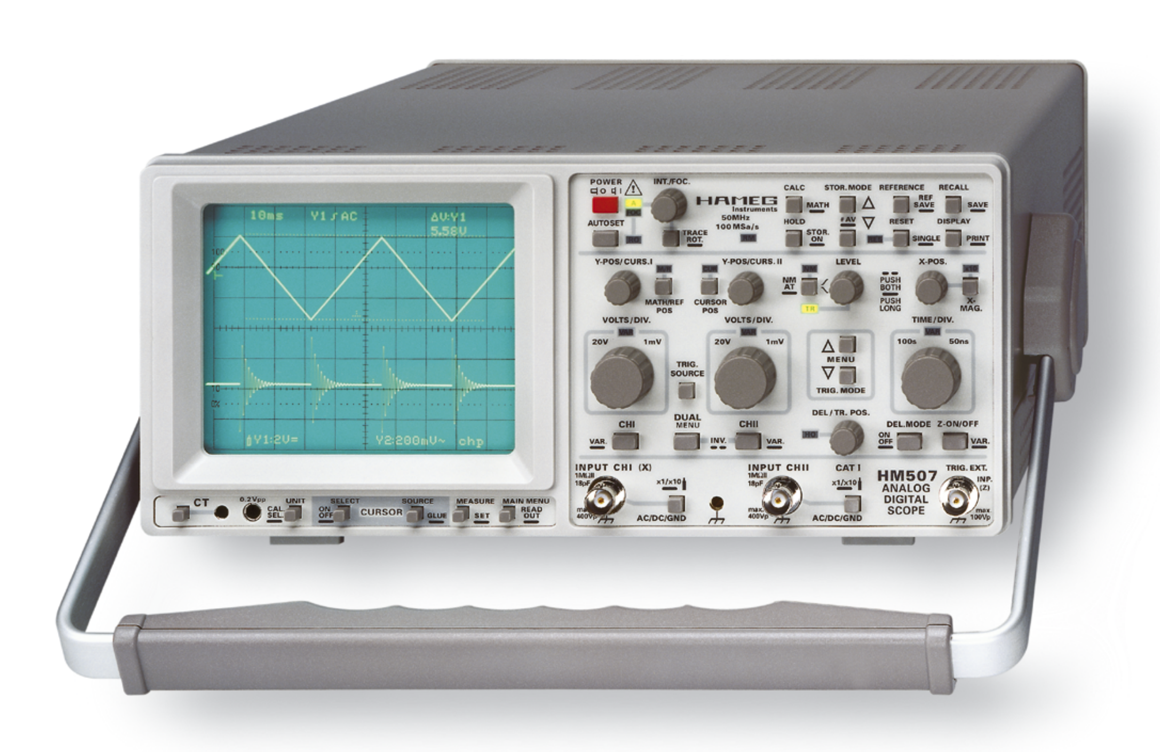


Oszilloskop HM507

Handbuch

Deutsch



50MHz Analog-/Digital-
Oszilloskop
HM507

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE

HAMEG® Instruments

Herstellers / Manufacturer / Fabricant: HAMEG Instruments GmbH, Industriestraße 6, D - 63533 Mainhusen

Bezeichnung / Product name / Designation:
Oszilloskop/Oscilloscope/Oscilloscope

Typ / Type / Type: HM507

mit / with / avec: -

Optionen / Options / Options: HO79-6

mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations / avec les directives suivantes

EMV Richtlinie 89/336/EWG ergänzt durch 91/263/EWG, 92/31/EWG
EMC Directive 89/336/EEC amended by 91/263/EWG, 92/31/EEC
Directive EMC 89/336/CEE amendée par 91/263/EWG, 92/31/CEE

Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG ergänzt durch 93/68/EWG
Low-Voltage Equipment Directive 73/23/EEC amended by 93/68/EEC
Directive des equipements basse tension 73/23/CEE amendée par 93/68/CEE

Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied / Normes harmonisées utilisées

Sicherheit / Safety / Sécurité
EN 61010-1: 1993 / IEC (CEI) 1010-1: 1990 A 1: 1992 / VDE 0411: 1994
EN 61010-1/A2: 1995 / IEC 1010-1/A2: 1995 / VDE 0411 Teil 1/A1: 1996-05
Überspannungskategorie / Overvoltage category / Catégorie de surtension: II
Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution: 2

Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility / Compatibilité électromagnétique

EN 61326-1/A1
Störaussendung / Radiation / Emission: Tabelle / table / tableau 4; Klasse / Class / Classe B.
Störfestigkeit / Immunity / Imunitee: Tabelle / table / tableau A1.
EN 61000-3-2/A14
Oberschwingungsströme / Harmonic current emissions / Émissions de courant harmonique: Klasse / Class / Classe D.
EN 61000-3-3
Spannungsschwankungen u. Flicker / Voltage fluctuations and flicker / Fluctuations de tension et du flicker.

Datum /Date /Date: 25.02.2002

Unterschrift / Signature /Signatur

E. Baumgartner
Technical Manager
Directeur Technique

Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung

HAMEG Meßgeräte erfüllen die Bestimmungen der EMV Richtlinie. Bei r Konformitätsprüfung werden von HAMEG die gültigen Fachgrund- bzw. Produktnormen zu Grunde gelegt. In Fällen wo unterschiedliche Grenzwerte möglich sind, werden von HAMEG die härteren Prüfbedingungen angewendet. Für die Störaussendung werden die Grenzwerte für den Geschäfts- und Gewerbebereich sowie für Kleinbetriebe angewandt (Klasse 1B). Bezüglich der Störfestigkeit finden die für den Industriebereich geltenden Grenzwerte Anwendung.
Die am Meßgerät notwendigerweise angeschlossenen Meß- und Datenleitungen beeinflussen die Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte in erheblicher Weise. Die verwendeten Leitungen sind jedoch je nach Anwendungsbereich unterschiedlich. Im praktischen Meßbetrieb sind daher in Bezug auf Störaussendung bzw. Störfestigkeit folgende Hinweise und Randbedingungen unbedingt zu beachten:

1. Datenleitungen

Die Verbindung von Meßgeräten bzw. ihren Schnittstellen mit externen Geräten (Druckern, Rechnern, etc.) darf nur mit ausreichend abgeschirmten Leitungen erfolgen. Sofern die Bedienungsanleitung nicht eine geringere maximale Leitungslänge vorschreibt, dürfen Datenleitungen zwischen Meßgerät und Computer eine Länge von 3 Metern nicht erreichen und sich nicht außerhalb von Gebäuden befinden. Ist an einem Geräteinterface der Anschluß mehrerer Schnittstellenkabel möglich, so darf jeweils nur eines angeschlossen sein. Bei Datenleitungen ist generell auf doppelt abgeschirmtes Verbindungskabel zu achten. Als IEEE-Bus Kabel sind die von HAMEG beziehbaren doppelt geschirmten Kabel HZ72S bzw. HZ72L geeignet.

2. Signalleitungen

Meßleitungen zur Signalübertragung zwischen Meßstelle und Meßgerät sollten generell so kurz wie möglich gehalten werden. Falls keine geringere Länge vorgeschrieben ist, dürfen Signalleitungen eine Länge von 3 Metern nicht erreichen und sich nicht außerhalb von Gebäuden befinden.
Alle Signalleitungen sind grundsätzlich als abgeschirmte Leitungen (Koaxialkabel -RG58/U) zu verwenden. Für eine korrekte Masseverbindung muß Sorge getragen werden. Bei Signalgeneratoren müssen doppelt abgeschirmte Koaxialkabel (RG223/U, RG214/U) verwendet werden.

3. Auswirkungen auf die Meßgeräte

Beim Vorliegen starker hochfrequenter elektrischer oder magnetischer Felder kann es trotz sorgfältigen Meßaufbaues über die angeschlossenen Meßkabel zu Einspeisung unerwünschter Signalteile in das Meßgerät kommen. Dies führt bei HAMEG Meßgeräten nicht zu einer Zerstörung oder Außerbetriebsetzung des Meßgerätes.
Geringfügige Abweichungen des Meßwertes über die vorgegebenen Spezifikationen hinaus können durch die äußeren Umstände in Einzelfällen jedoch auftreten.

4. Störfestigkeit von Oszilloskopen

4.1 Elektromagnetisches HF-Feld

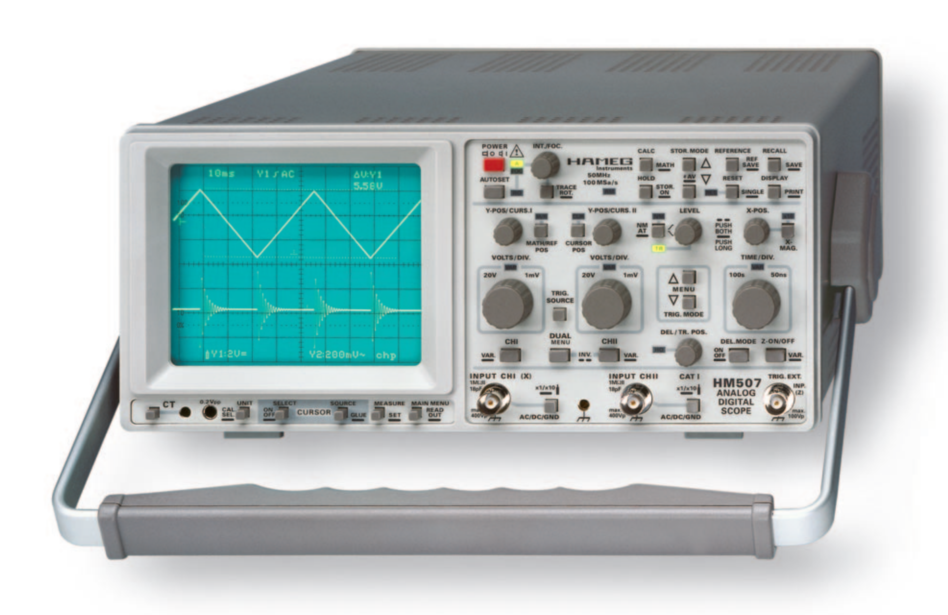
Beim Vorliegen starker hochfrequenter elektrischer oder magnetischer Felder, können durch diese Felder bedingte Überlagerungen des Meßsignals sichtbar werden. Die Einkopplung dieser Felder kann über das Versorgungsnetz, Meß- und Steuerleitungen und/oder durch direkte Einstrahlung erfolgen. Sowohl das Meßobjekt, als auch das Oszilloskop können hiervon betroffen sein.
Die direkte Einstrahlung in das Oszilloskop kann, trotz der Abschirmung durch das Metallgehäuse, durch die Bildschirmöffnung erfolgen. Da die Bandbreite jeder Meßverstärkerstufe größer als die Gesamtbandbreite des Oszilloskops ist, können Überlagerungen sichtbar werden, deren Frequenz wesentlich höher als die –3 dB Meßbandbreite ist.

4.2 Schnelle Transienten / Entladung statischer Elektrizität

Beim Auftreten von schnellen Transienten (Burst) und ihrer direkten Einkopplung über das Versorgungsnetz bzw. indirekt (kapazitiv) über Meß- und Steuerleitungen, ist es möglich, daß dadurch die Triggerung ausgelöst wird.
Das Auslösen der Triggerung kann auch durch eine direkte bzw. indirekte statische Entladung (ESD) erfolgen.
Da die Signaldarstellung und Triggerung durch das Oszilloskop auch mit geringen Signalamplituden (<500µV) erfolgen soll, läßt sich das Auslösen der Triggerung durch derartige Signale (> 1kV) und ihre gleichzeitige Darstellung nicht vermeiden.

HAMEG Instruments GmbH

50 MHz CombiScope®
HM507



Digitalbetrieb:

Single, Refresh, Envelope, Average, Roll und XY-Betrieb

Sehr rauscharme 8 Bit Flash A/D-Wandler mit max. 100 MSa/s Echtzeit- bzw. 2 GSa/s, Random-Sampling und 2 k-Punkte Speicher/Kanal

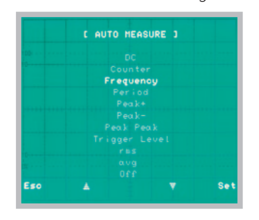
Pre-/Post-Trigger -10 cm bis +10 cm

Digital-Zeitbasis 100 s – 100 ns/cm, mit X-Dehnung bis 20 ns/cm

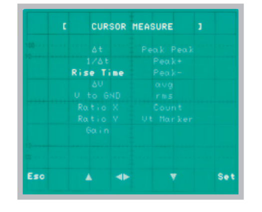
Benutzerprogrammierbare mathematische Signalverarbeitung

RS-232 Schnittstelle für Steuerung und Signalübertragung, inkl. Windows® Software

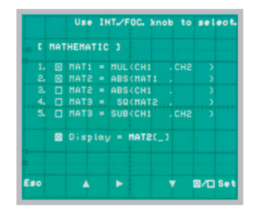
Automatische Messungen



Cursormessungen



Signalverarbeitung mit benutzerdefinierten Formeln









50 MHz CombiScope® HM507
bei 23 °C nach einer Aufwärmzeit von 30 Minuten

Vertikalablenkung

Betriebsarten:	Kanal I oder Kanal II einzeln Kanal I und II (alternierend oder chop.) Summe oder Differenz von K I und K II
Invertierung:	Kanal II
XY-Betrieb:	über K I (X) und K II (Y)
Bandbreite:	2 x 0-50 MHz (-3 dB)
Anstiegszeit:	‹ 7 ns
Überschwingen:	max. 1 %
Ablenkkoeffizienten:	Schaltfolge 1-2-5
1 mV/cm – 2 mV/cm:	± 5 % (0 bis 10 MHz (-3 dB))
5 mV/cm – 20 V/cm:	± 3 % (0 bis 50 MHz (-3 dB))
Variabel (unkal.):	› 2,5: 1 bis › 50 V/cm
Eingangsimpedanz:	1 MΩ II 18 pF
Eingangskopplung:	DC, AC, GND (Ground)
Max. Eingangsspannung:	400 V (DC + Spitze AC)

Triggerung

Automatik (Spitzenwert):	20 Hz – 100 MHz (≥ 5 mm)
Normal mit Level-Einst.:	0 – 100 MHz (≥ 5 mm)
Flankenrichtung:	positiv oder negativ
Quellen:	Kanal I oder II, alternierend K I / K II (≥ 8 mm), Netz und extern
Kopplung:	AC (10 Hz – 100 MHz), DC (0 – 100 MHz), HF (50 kHz – 100 MHz), LF (0 – 1,5 kHz)
Triggeranzeige:	mit LED
2. Triggerung:	mit Level-Einst. u. Flankenwahl
Triggersignal extern:	≥ 0,3 V_{ss} (0 – 50 MHz)
Aktiver TV-Sync-Separator:	Bild und Zeile, +/-

Horizontalablenkung (analog u. digital)

<u>Analog</u>	
Zeitkoeffizienten:	0,5 s / cm – 50 ns / cm (Schaltfolge 1-2-5)
Genauigkeit:	± 3 %
Variabel (unkal.):	› 2,5 : 1 bis › 1,25 s/cm
X-Dehnung x10:	bis 10 ns / cm (± 5 %)
Genauigkeit:	± 5 %
Verzögerung (zuschaltbar):	140 ms – 200 ns (variabel)
Hold-off-Zeit:	bis ca. 10 : 1 (variabel)
<u>XY-Betrieb</u>	
Bandbreite X-Verstärker:	0 – 3 MHz (-3 dB)
XY-Phasendifferenz ‹ 3°:	‹ 120 kHz
<u>Digital</u>	
Zeitkoeffizienten:	100 s / cm – 100 ns / cm (Schaltfolge 1-2-5)
Genauigkeit:	± 2 %
X-Dehnung x10:	bis 20 ns/cm
Genauigkeit:	± 2 %
<u>XY-Betrieb</u>	
Bandbreite X-Verstärker :	0 - 50 MHz (-3 dB)
XY-Phasendifferenz ‹ 3°:	‹ 10 MHz

Digitale Speicherung

Betriebsarten:	Refresh, Roll, Single, XY, Envelope, Average, Random Sampling
Interpolation:	lineare Dot Join Funktion
Abtastrate (Echtzeit):	max. 100 MSa / s, 8 bit Flashwandler
Abtastrate (Random):	2 GSa / s relativ
Post/Pre-Trigger:	-10 cm bis +10 cm (kontinuierlich)
Signalerfassungsrate:	max. 180/s
Bandbreite:	2 x 0 – 50 MHz (-3 dB)
Anstiegszeit, Überschwingen:	‹ 7 ns, ≤1 %
Signalspeicher:	3x 2 k x 8 Bit
Referenz-Signalspeicher:	3x 2 k x 8 Bit
Mathematik-Signalspeicher:	3x 2 k x 8 Bit
Auflösung (Punkte/cm) Yt-Betrieb:	X: 200/cm., Y: 25/cm
Auflösung (Punkte/cm) XY-Betrieb:	X: 25/cm, Y: 25/cm

Bedienung / Anzeigen

Manuell:	über Bedienungsknöpfe
Autoset:	automatische Parametereinstellung
Save und Recall:	9 Geräteeinstellungen
Readout:	Messparameter und -resultate, Cursor und Menu
Auto Messfunktionen:	
Analog-Betrieb:	Frequenz/Periode, Udc, Upp, Up+, Up-,
zus. im Digital-Betrieb:	$U_{effektiv}$, $U_{Mittelwert}$
Cursor Messfunktionen:	
Analog-Betrieb:	ΔV, Δt, 1/Δt (f), V gegen GND, Verhältnis X, Y
zus. im Digital-Betrieb:	Impulszähler, Ut bezogen auf Triggerpunkt, Spitze - Spitze, Spitze +, Spitze -
Frequenzzähler:	4 Digit (0,01 % ± 1 Digit) 0,5 Hz – 100 MHz
Schnittstelle:	RS-232 (Steuerung u. Signaldatenabruf)
Optional:	HO79-6 (IEEE-488, RS-232, Centronics)

Komponententester

Testspannung:	ca. 7 V_{eff} (Leerlauf)
Teststrom:	max. 7 mA_{eff} (Kurzschluss)
Testfrequenz:	ca. 50 Hz
Testkabelanschluss:	2 Steckbuchsen 4 mm Ø

Prüfkreis liegt einpolig an Masse (Schutzleiter)

Verschiedenes

CRT:	D14-363GY, 8 x 10 cm mit Innenraster
Beschleunigungsspannung:	ca. 2 kV
Strahldrehung:	auf Frontseite einstellbar
Z-Eingang (Helligk.-Modulation, analog):	max. + 5 V (TTL)
Rechteck-Kal.-Signal:	0,2 V ± 1 %, 1 Hz - 1 MHz (ta ‹ 4 ns), DC
Netzanschluss:	105-253 V, 50/60 Hz ± 10 %, CAT II
Leistungsaufnahme:	ca. 42 Watt bei 230 V/50 Hz
Umgebungstemperatur:	0° C...+40° C
Schutzart:	Schutzklasse I (EN 61010-1)
Gewicht:	ca. 6,0 kg
Gehäuse (B x H x T):	285 x 125 x 380 mm

Im Lieferumfang enthalten: Netzkabel, Bedienungsanleitung und Software für Windows auf CD-Rom, 2 Tastköpfe 1:1 /10:1
Optionales Zubehör:
HZ70 Opto-Schnittstelle (mit Lichtleiterkabel)
HO79-6 Multifunktions-Schnittstelle

www.hameg.com

HAMEG Instruments GmbH · Industriestr. 6 · D-63533 Mainhausen · Tel +49 (0) 6182 800 0 · Fax +49 (0) 6182 800 100 · www.hameg.com · info@hameg.com
A Rohde & Schwarz Company

Allgemeines

Sofort nach dem Auspacken sollte das Gerät auf mechanische Beschädigungen und lose Teile im Innern überprüft werden. Falls ein Transportschaden vorliegt, ist sofort der Lieferant zu informieren. Das Gerät darf dann nicht in Betrieb gesetzt werden.

Symbole

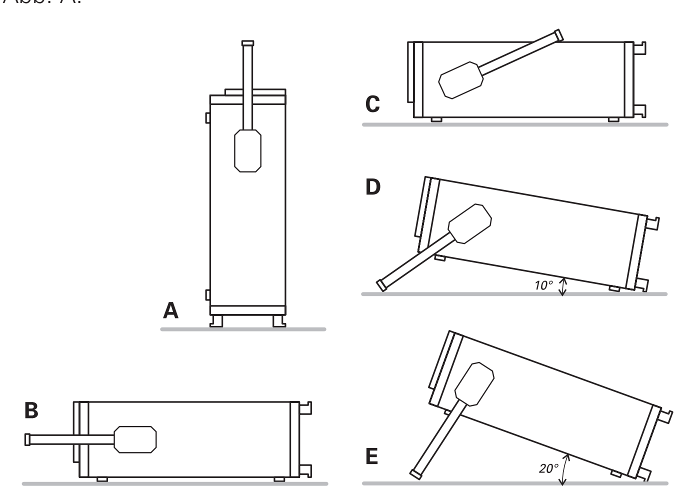
 Bedienungsanleitung beachten

 Hochspannung

Erde

Aufstellung des Gerätes

Für die optimale Betrachtung des Bildschirmes kann das Gerät in drei verschiedenen Positionen aufgestellt werden (siehe Bilder C, D, E). Wird das Gerät nach dem Tragen senkrecht aufgesetzt, bleibt der Griff automatisch in der Tragestellung stehen, siehe Abb. A.



Will man das Gerät waagerecht auf eine Fläche stellen, wird der Griff einfach auf die obere Seite des Oszilloskops gelegt (Abb. C). Wird eine Lage entsprechend Abb. D gewünscht (10° Neigung), ist der Griff, ausgehend von der Tragestellung A, in Richtung Unterkante zu schwenken, bis er automatisch einrastet. Wird für die Betrachtung eine noch höhere Lage des Bildschirmes erforderlich, zieht man den Griff wieder aus der Raststellung und drückt ihn weiter nach hinten, bis er abermals einrastet (Abb. E mit 20° Neigung). Der Griff lässt sich auch in eine Position für waagerechtes Tragen bringen. Hierfür muss man diesen in Richtung Oberseite schwenken und, wie aus Abb. B ersichtlich, ungefähr in der Mitte schräg nach oben ziehend einrasten. Dabei muss das Gerät gleichzeitig angehoben werden, da sonst der Griff sofort wieder ausrastet.

Sicherheit

Dieses Gerät ist gemäß VDE 0411 Teil 1, Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte, gebaut, geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Es entspricht damit auch den Bestimmungen der europäischen Norm EN 61010-1 bzw. der internationalen Norm IEC 1010-1. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muss der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung enthalten sind. Gehäuse, Chassis und alle Messanschlüsse sind mit dem Netzschutzleiter verbunden. Das Gerät entspricht den Bestimmungen der Schutzklasse I. Die berührbaren Metallteile sind gegen die Netzpole mit 2200V Gleichspannung geprüft.

Das Oszilloskop darf aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. Der Netzstecker muss eingeführt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden. Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig.

Die meisten Elektronenröhren generieren Gamma-Strahlen. Bei diesem Gerät bleibt die Ionendosisleistung weit unter dem gesetzlich zulässigen Wert von 36 pA/kg.

Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern. Diese Annahme ist berechtigt,

- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen hat,
- wenn das Gerät lose Teile enthält,
- wenn das Gerät nicht mehr arbeitet,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen (z.B im Freien oder in feuchten Räumen),
- nach schweren Transportbeanspruchungen (z.B. mit einer Verpackung, die nicht den Mindestbedingungen von Post, Bahn oder Spedition entsprach).

Bestimmungsgemäßer Betrieb

Achtung!
Das Messgerät ist nur zum Gebrauch durch Personen bestimmt, die mit den beim Messen elektrischer Größen verbundenen Gefahren vertraut sind.

Aus Sicherheitsgründen darf das Oszilloskop nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig. Der Netzstecker muss eingeführt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden.

CAT I

Dieses Oszilloskop ist für Messungen an Stromkreisen bestimmt, die entweder gar nicht oder nicht direkt mit dem Netz verbunden sind. Direkte Messungen (ohne galvanische Trennung) an Messstromkreisen der Messkategorie II, III und IV sind unzulässig!
Die Stromkreise eines Messobjekts sind dann nicht direkt mit dem Netz verbunden, wenn das Messobjekt über einen Schutz-Trenntransformator der Schutzklasse II betrieben wird. Es ist auch möglich mit Hilfe geeigneter Wandler (z.B. Stromzangen), welche die Anforderungen der Schutzklasse II erfüllen, quasi indirekt am Netz zu messen. Bei der Messung muss die Messkategorie – für die der Hersteller den Wandler spezifiziert hat – beachtet werden.

Messkategorien

Die Messkategorien beziehen sich auf Transienten auf dem Netz. Transienten sind kurze, sehr schnelle (steile) Spannungs- und Stromänderungen, die periodisch und nicht periodisch auftreten können. Die Höhe möglicher Transienten nimmt zu, je kürzer die Entfernung zur Quelle der Niederspannungsinstallation ist.

Messkategorie IV: Messungen an der Quelle der Niederspannungsinstallation (z.B. an Zählern).
Messkategorie III: Messungen in der Gebäudeinstallation (z.B. Verteiler, Leistungsschalter, fest installierte Steckdosen, fest installierte Motoren etc.).

Messkategorie II: Messungen an Stromkreisen, die elektrisch direkt mit dem Niederspannungsnetz verbunden sind (z.B. Haushaltsgeräte, tragbare Werkzeuge etc.)

Räumlicher Anwendungsbereich
Das Oszilloskop ist für den Betrieb in folgenden Bereichen bestimmt: Industrie-, Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe.

Umgebungsbedingungen
Der zulässige Umgebungstemperaturbereich während des Betriebs reicht von 0 °C... +40 °C. Während der Lagerung oder des Transports darf die Temperatur zwischen –0 °C und +70 °C betragen. Hat sich während des Transports oder der Lagerung Kondenswasser gebildet, muss das Gerät ca. 2 Stunden akklimatisiert werden, bevor es in Betrieb genommen wird. Das Oszilloskop ist zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Es darf nicht bei besonders großem Staub bzw. Feuchtigkeitsgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden. Die Betriebslage ist beliebig. Eine ausreichende Luftzirkulation (Konvektionskühlung) ist jedoch zu gewährleisten. Bei Dauerbetrieb ist folglich eine horizontale oder schräge Betriebslage (Aufstellbügel) zu bevorzugen.

Die Lüftungslöcher dürfen nicht abgedeckt werden!

Nenndaten mit Toleranzangaben gelten nach einer Anwärmzeit von min. 20 Minuten, im Umgebungstemperaturbereich von 15 °C bis 30 °C. Werte ohne Toleranzangabe sind Richtwerte eines durchschnittlichen Gerätes.

Gewährleistung und Reparatur
HAMEG Geräte unterliegen einer strengen Qualitätskontrolle. Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen 10-stündigen „Burn in-Test“. Im intermittierenden Betrieb wird dabei fast jeder Frühausfall erkannt. Anschließend erfolgt ein umfangreicher Funktions- und Qualitätstest bei dem alle Betriebsarten und die Einhaltung der technischen Daten geprüft werden.

Bei Beanstandungen innerhalb der 2-jährigen Gewährleistungsfrist wenden Sie sich bitte an den Händler, bei dem Sie Ihr HAMEG Produkt erworben haben. Um den Ablauf zu beschleunigen, können Kunden innerhalb der Bundesrepublik Deutschland die Gewährleistungsreparatur auch direkt mit HAMEG abwickeln.
Für die Abwicklung von Reparaturen innerhalb der Gewährleistungsfrist gelten unsere Gewährleistungsbedingungen, die im Internet unter

http://www.hameg.de

eingesehen werden können.

Auch nach Ablauf der Gewährleistungsfrist steht Ihnen der HAMEG Kundenservice für Reparaturen und Ersatzteile zur Verfügung.

Return Material Authorization (RMA):

Bevor Sie ein Gerät an uns zurücksenden, fordern Sie bitte in jedem Fall per Internet: http://www.hameg.de oder Fax eine RMA-Nummer an.
Sollte Ihnen keine geeignete Verpackung zur Verfügung stehen, so können Sie einen leeren Originalkarton über den HAMEG-Vertrieb (Tel: +49 (0) 6182 800 300, E-Mail: vertrieb@hameg.de) bestellen.

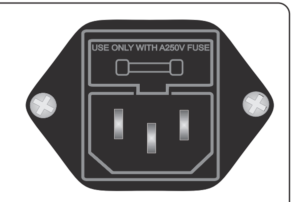
Wartung
Verschiedene wichtige Eigenschaften des Oszilloskops sollten in gewissen Zeitabständen sorgfältig überprüft werden. Nur so besteht eine weitgehende Sicherheit, dass alle Signale mit der den technischen Daten zugrundeliegenden Exaktheit dargestellt werden. Sehr empfehlenswert ist ein **SCOPE-TESTER HZ60**, der für diese Aufgaben hervorragend geeignet ist.
Die Außenseite des Oszilloskops sollte regelmäßig mit einem Staubpinsel gereinigt werden. Hartnäckiger Schmutz an Gehäuse und Griff, den Kunststoff- und Aluminiumteilen lässt sich mit einem angefeuchteten Tuch (Wasser +1% Entspannungsmittel) entfernen. Bei fettigem Schmutz kann Brennspiritus oder Waschbenzin (Petroleumäther) benutzt werden. Die Sichtscheibe darf nur mit Wasser oder Waschbenzin (aber nicht mit Alkohol oder Lösungsmitteln) gereinigt werden, sie ist dann noch mit einem trockenen, sauberen, fuselfreien Tuch nachzureiben. Nach der Reinigung sollte sie mit einer handelsüblichen antistatischen Lösung, geeignet für Kunststoffe, behandelt werden. Keinesfalls darf die Reinigungsflüssigkeit in das Gerät gelangen. Die Anwendung anderer Reinigungsmittel kann die Kunststoff- und Lackoberflächen angreifen.

Schutzschaltung
Dieses Gerät ist mit einem Schaltnetzteil ausgerüstet, welches über Überstrom und -spannungs-Schutzschaltungen verfügt. Im Fehlerfall kann ein sich periodisch wiederholendes tickendes Geräusch hörbar sein.

Netzspannung
Das Gerät arbeitet mit Netzwechselspannungen von 100 V bis 240 V. Eine Netzspannungsumschaltung ist daher nicht vorgesehen. Die Netzeingangssicherung ist von außen zugänglich. Netzstecker-Buchse und Sicherungshalter bilden eine Einheit. Ein Auswechseln der Sicherung darf und kann (bei unbeschädigtem Sicherungshalter) nur erfolgen, wenn zuvor das Netzkabel aus der Buchse entfernt wurde. Dann muss der Sicherungshalter mit einem Schraubenzieher herausgehebelt werden. Der Ansatzpunkt ist ein Schlitz, der sich auf der Seite der Anschlusskontakte befindet. Die Sicherung kann dann aus einer Halterung gedrückt und ersetzt werden.

Der Sicherungshalter wird gegen den Federdruck eingeschoben, bis er eingerastet ist. Die Verwendung „geflickter" Sicherungen oder das Kurzschließen des Sicherungshalters ist unzulässig. Dadurch entstehende Schäden fallen nicht unter die Garantieleistungen.

Sicherungstype:
Größe 5 x 20 mm; 250V~, C;
IEC 127, Bl. III; DIN 41 662
(evtl. DIN 41 571, Bl. 3).
Abschaltung: träge (T) 0,8A.



ACHTUNG!
Im Inneren des Gerätes befindet sich im Bereich des Schaltnetzteiles eine Sicherung:

Größe 5 x 20 mm; 250V~, C;
IEC 127, Bl. III; DIN 41 662
(evtl. DIN 41 571, Bl. 3).
Abschaltung: flink (F) 0,8A.

Diese Sicherung darf nicht vom Anwender ersetzt werden!

Art der Signalspannung

Das Oszilloskop **HM507** erfaßt praktisch alle sich periodisch wiederholenden Signalarten (Wechselspannungen) mit Frequenzen bis mindestens 50 MHz (-3dB) und Gleichspannungen.

Die Y-Meßverstärker sind so ausgelegt, daß die Übertragungsgüte nicht durch eigenes Überschwingen beeinflußt wird.

Die Darstellung einfacher elektrischer Vorgänge, wie sinusförmige HF- und NF-Signale oder netzfrequente Brummspannungen, ist in jeder Hinsicht problemlos. Beim Messen ist ein ab ca. 14MHz zunehmender Meßfehler zu berücksichtigen, der durch Verstärkungsabfall bedingt ist. Bei ca. 30MHz beträgt der Abfall etwa 10%, der tatsächliche Spannungswert ist dann ca. 11% größer als der angezeigte Wert. Wegen der differierenden Bandbreiten der Y-Meßverstärker (**-3dB zwischen 50MHz und 55MHz**) ist der Meßfehler nicht so exakt definierbar.

Bei der Aufzeichnung rechteck- oder impulsartiger Signalspannungen ist zu beachten, daß auch deren Oberwellenanteile übertragen werden müssen. Die Folgefrequenz des Signals muß deshalb wesentlich kleiner sein als die obere Grenzfrequenz der Y-Meßverstärker. Bei der Auswertung solcher Signale ist dieser Sachverhalt zu berücksichtigen.

Schwieriger ist das Oszilloskopieren von Signalgemischen, besonders dann, wenn darin keine mit der Folgefrequenz ständig wiederkehrenden höheren Pegelwerte enthalten sind, auf die getriggert werden kann. Dies ist z.B. bei Burst-Signalen der Fall. Um auch dann ein gut getriggertes Bild zu erhalten, ist u.U. eine Veränderung der **HOLD OFF**- Zeit erforderlich. Fernseh-Video-Signale (**FBAS**-Signale) sind mit Hilfe des aktiven **TV-Sync-Separators** leicht triggerbar.

Die zeitliche Auflösung ist unproblematisch. Beispielsweise wird bei ca. 40MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit (10ns/cm) alle 2 cm ein Kurvenzug geschrieben.

Für den wahlweisen Betrieb als Wechsel- oder Gleichspannungsverstärker hat jeder Meßverstärker-Eingang eine AC/DC-Taste (DC = direct current; AC = alternating current). Mit Gleichstromkopplung DC sollte nur bei vorgeschaltetem Tastteiler oder bei sehr niedrigen Frequenzen gearbeitet werden bzw. wenn die Erfassung des Gleichspannungsanteils der Signalspannung unbedingt erforderlich ist.

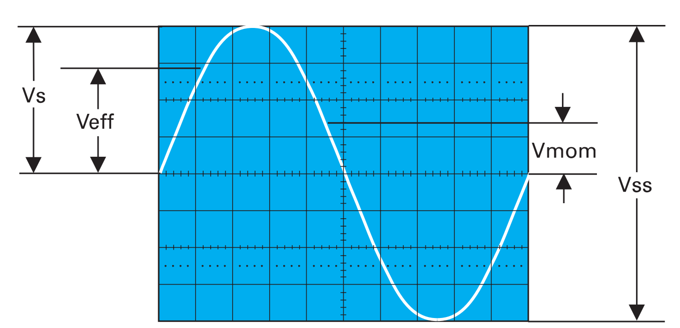
Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei **AC**-Kopplung (Wechselstrom) des Meßverstärkers störende Dachschrägen auftreten (**AC-Grenzfrequenz** ca. **1,6Hz** für **3dB**). In diesem Falle ist, wenn die Signalspannung nicht mit einem hohen Gleichspannungspegel überlagert ist, die **DC**-Kopplung vorzuziehen. Andernfalls muß vor den Eingang des auf **DC**-Kopplung geschalteten Meßverstärkers ein entsprechend großer Kondensator geschaltet werden. Dieser muß eine genügend große Spannungsfestigkeit besitzen. **DC**-Kopplung ist auch für die Darstellung von Logik- und Impulssignalen zu empfehlen, besonders dann, wenn sich dabei das Tastverhältnis ständig ändert. Andernfalls wird sich das Bild bei jeder Änderung auf- oder abwärts bewegen. Reine Gleichspannungen können nur mit **DC**-Kopplung gemessen werden.

Die mit der **AC/DC** -Taste gewählte Eingangskopplung wird mit dem **READOUT** (Schirmbild) angezeigt. Das **=** -Symbol zeigt **DC**-Kopplung an, während **AC**-Kopplung mit dem **~** -Symbol angezeigt wird (**siehe "Bedienelemente und Readout"**).

Größe der Signalspannung

In der allgemeinen Elektrotechnik bezieht man sich bei Wechselspannungsangaben in der Regel auf den Effektivwert. Für Signalgrößen und Spannungsbezeichnungen in der Oszilloskopie wird jedoch der Vss-Wert (Volt-Spitze-Spitze) verwendet. Letzterer entspricht den wirklichen Potentialverhältnissen zwischen dem positivsten und negativsten Punkt einer Spannung.

Will man eine auf dem Oszilloskopschirm aufgezeichnete sinusförmige Größe auf ihren Effektivwert umrechnen, muß der sich in Vss ergebende Wert durch 2 x √2 = 2,83 dividiert werden. Umgekehrt ist zu beachten, daß in Veff angegebene sinusförmige Spannungen den 2,83fachen Potentialunterschied in Vss haben. Die Beziehungen der verschiedenen Spannungsgrößen sind aus der nachfolgenden Abbildung ersichtlich.



Spannungswerte an einer Sinuskurve

V_{eff} = Effektivwert; Vs = einfacher Spitzenwert;
V_{ss} = Spitze-Spitze-Wert;
V_{mom} = Momentanwert (zeitabhängig)

Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1 cm hohes Bild beträgt 1mVss (±5%), wenn mit dem READOUT (Schirmbild) der Ablenkkoeffizient 1mV angezeigt wird und die Feineinstellung kalibriert ist. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die möglichen Ablenkkoeffizienten sind in mVss/cm oder Vss/cm angegeben. Die Größe der angelegten Spannung ermittelt man durch Multiplikation des eingestellten Ablenkkoeffizienten mit der abgelesenen vertikalen Bildhöhe in cm. Wird mit Tastteiler 10:1 gearbeitet, ist nochmals mit 10 zu multipilizieren.

Für Amplitudenmessungen muß sich die Feineinstellung in ihrer kalibrierten Stellung befinden. Unkalibriert kann die Ablenkempfindlichkeit mindestens bis zum Faktor 2,5:1 verringert werden (siehe "Bedienelemente und Readout"). So kann jeder Zwischenwert innerhalb der 1-2-5 Abstufung des Teilerschalters eingestellt werden. Ohne Tastteiler sind damit Signale bis 400Vss darstellbar (Ablenkkoeffizient auf 20V/cm, Feineinstellung 2,5:1).

Mit den Bezeichnungen

H = Höhe in cm des Schirmbildes,
U = Spannung in Vss des Signals am Y-Eingang,
A = Ablenkkoeffizient in V/cm (VOLTS / DIV.-Anzeige)

läßt sich aus gegebenen zwei Werten die dritte Größe errechnen:

$$U = A \cdot H \qquad H = \frac{U}{A} \qquad A = \frac{U}{H}$$

Alle drei Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie müssen innerhalb folgender Grenzen liegen (Triggerschwelle, Ablesegenauigkeit):

H zwischen 0,5cm und 8cm, möglichst 3,2cm und 8cm,
U zwischen 0,5mVss und 160Vss,
A zwischen 1mV/cm und 20V/cm in 1-2-5 Teilung.

Beispiel:
Eingest. Ablenkkoeffizient A = 50mV/cm (0,05V/cm)
abgelesene Bildhöhe H = 4,6cm,
gesuchte Spannung U = 0,05x4,6 = 0,23Vss

Eingangsspannung U = 5V_{ss},
eingestellter Ablenkkoeffizient A = 1V/cm,
gesuchte Bildhöhe H = 5:1 = 5cm

Signalspannung U = 230V_{eff} x 2xÖ2 = 651Vss
(Spannung >160Vss, mit Tastteiler 10:1 U = 65,1V_{ss}),
gewünschte Bildhöhe H = mind. 3,2cm, max. 8cm,
maximaler Ablenkkoeffizient A = 65,1:3,2 = 20,3V/cm,
minimaler Ablenkkoeffizient A = 65,1:8 = 8,1V/cm,
einzustellender Ablenkkoeffizient A = 10V/cm

Die vorherigen Beispiele beziehen sich auf die Ablesung mittels des Innenrasters der Strahlröhre, können aber wesentlich einfacher mit den auf ΔV -Messung geschalteten Cursoren ermittelt werden (**siehe "Bedienelemente und Readout"**).



Die Spannung am Y-Eingang darf 400V (unabhängig von der Polarität) nicht überschreiten.

Ist das zu messende Signal eine Wechselspannung, die einer Gleichspannung überlagert ist (Mischspannung), beträgt der höchstzulässige Gesamtwert beider Spannungen (Gleichspannung und einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) ebenfalls + bzw. -400V (siehe Abbildung). Wechselspannungen, deren Mittelwert Null ist, dürfen maximal 800Vss betragen.

Beim Messen mit Tastteilern sind deren höhere Grenzwerte nur dann maßgebend, wenn DC-Eingangskopplung am Oszilloskop vorliegt.

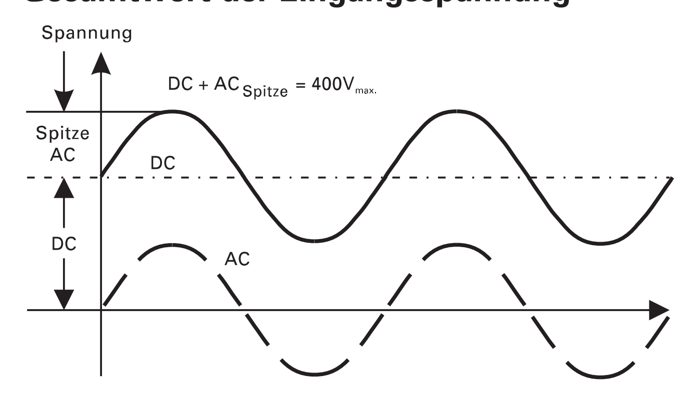
Liegt eine Gleichspannung am Eingang an und ist die Eingangskopplung auf AC geschaltet, gilt der niedrigere Grenzwert des Oszilloskopeingangs (400V). Der aus dem Widerstand im Tastkopf und dem 1MΩ Eingangswiderstand des Oszilloskops bestehende Spannungsteiler ist, durch den bei AC-Kopplung dazwischen geschalteten Eingangs-Kopplungskondensator, für Gleichspannungen unwirksam. Gleichzeitig wird dann der Kondensator mit der ungeteilten Gleichspannung belastet. Bei Mischspannungen ist zu berücksichtigen, daß bei AC-Kopplung deren Gleichspannungsanteil ebenfalls nicht geteilt wird, während der Wechselspannungsanteil einer frequenzabhängigen Teilung unterliegt, die durch den kapazitiven Widerstand des Koppelkondensators bedingt ist. Bei Frequenzen ≥40Hz kann vom Teilungsverhältnis des Tastteilers ausgegangen werden.

Unter Berücksichtigung der zuvor erläuterten Bedingungen, können mit HAMEG 10:1 Tastteilern Gleichspannungen bis 600V bzw. Wechselspannungen (mit Mittelwert Null) bis 1200Vss gemessen werden. Mit Spezialtastteilern 100:1 (z.B. HZ53) lassen sich Gleichspannungen bis 1200V bzw. Wechselspannungen (mit Mittelwert Null) bis 2400Vss messen. Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe technische Daten HZ53). Mit einem normalen Tastteiler 10:1 riskiert man bei so hohen Spannungen, daß der den Teiler-Längswiderstand überbrückende C-Trimmer durchschlägt, wodurch der Y-Eingang des Oszilloskops beschädigt werden kann.

Soll jedoch z.B. nur die Restwelligkeit einer Hochspannung oszilloskopiert werden, genügt auch der 10:1-Tastteiler. Diesem ist dann noch ein entsprechend hochspannungsfester Kondensator (etwa 22 bis 68 nF) vorzuschalten.

Mit der auf **GND** geschalteten Eingangskopplung und dem **Y-POS.**-Einsteller kann vor der Messung eine horizontale Rasterlinie als Referenzlinie für Massepotential eingestellt werden. Sie kann beliebig zur horizontalen Mittellinie eingestellt werden, je nachdem, ob positive und/oder negative Abweichungen vom Massepotential zahlenmäßig erfaßt werden sollen.

Gesamtwert der Eingangsspannung



Die gestrichelte Kurve zeigt eine Wechselspannung, die um 0 Volt schwankt. Ist diese Spannung einer Gleichspannung überlagert (**DC**), so ergibt die Addition der positiven Spitze zur Gleichspannung die maximal auftretende Spannung (**DC + AC** Spitze).

Zeitwerte der Signalspannung

In der Regel handelt es sich in der Oszilloskopie um zeitlich wiederkehrende Spannungsverläufe, im folgenden Perioden genannt. Die Zahl der Perioden pro Sekunde ist die Folgefrequenz. Abhängig von der Zeitbasis-Einstellung (**TIME/DIV.**) können eine oder mehrere Signalperioden oder auch nur ein Teil einer Periode dargestellt werden. Die Zeitkoeffizienten werden mit dem **READOUT** (Schirmbild) angezeigt und in ms/cm, µs/cm und ns/cm angegeben.

Die folgenden Beispiele beziehen sich auf die Ablesung mittels des Innenrasters der Strahlröhre, können aber wesentlich einfacher mit den auf Δt- bzw. 1/Δt- (Frequenz) Messung geschalteten Cursoren ermittelt werden (**siehe "Bedien-elemente und Readout"**).

Die Dauer einer Signalperiode, bzw. eines Teils davon, ermittelt man durch Multiplikation des betreffenden Zeitabschnitts (Horizontalabstand in cm) mit dem eingestellten Zeitkoeffizienten. Dabei muß die Zeit-Feineinstellung kalibriert sein. Unkalibriert kann die Zeitablenk-geschwindigkeit mindestens um den Faktor 2,5:1 verringert werden. So kann jeder Zwischenwert innerhalb der 1-2-5 Abstufung der Zeit-Ablenkkoeffizienten eingestellt werden.

Mit den Bezeichnungen:

L = Länge in cm einer Periode (Welle) auf dem Schirmbild,
T = Zeit in s für eine Periode,
F = Folgefrequenz in Hz,
Z = Zeitkoeffizient in s/cm (TIME / DIV.-Anzeige)

und der Beziehung F = 1/T lassen sich folgende Gleichungen aufstellen:

Alle vier Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie sollten innerhalb folgender Grenzen liegen:

L zwischen 0,2 und 10cm, möglichst 4 bis 10cm,
T zwischen 10ns und 5s,
F zwischen 0,5Hz und 40MHz,
Z zwischen 100ns/cm und 500ms/cm in 1-2-5 Teilung (**ohne X-Dehnung x10**), und
Z zwischen 10ns/cm und 50ms/cm in 1-2-5 Teilung (**bei X-Dehnung x10**).

$$T = L \cdot Z \qquad L = \frac{T}{Z} \qquad Z = \frac{T}{L}$$

$$F = \frac{1}{L \cdot Z} \qquad L = \frac{1}{F \cdot Z} \qquad Z = \frac{1}{L \cdot F}$$

Beispiele:
Länge eines Wellenzugs (einer Periode) **L** = 7cm,
eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,1µs/cm,
gesuchte Periodenzeit **T** = 7x0,1x10-6 = 0,7µs
gesuchte Folgefrequenz **F** = 1:(0,7x10-6) = **1,428MHz**.

Zeit einer Signalperiode **T** = 1s,
eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,2s/cm,
gesuchte Länge L = 1:0,2 = 5cm.

Länge eines Brummspannung-Wellenzugs **L** = 1cm,
eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 10ms/cm,
gesuchte Brummfrequenz F = 1:(1x10x10-3) = **100Hz**.

TV-Zeilenfrequenz **F** = 15 625Hz,
eingestellter Zeitkoeffizient Z = 10µs/cm,
gesuchte Länge L = 1:(15 625x10-5) = **6,4cm**.

Länge einer Sinuswelle L = min. 4cm, max. 10cm,
Frequenz **F** = 1kHz,
max. Zeitkoeffizient **Z** = 1:(4x103) = 0,25ms/cm,
min. Zeitkoeffizient **Z** = 1:(10x103) = 0,1ms/cm,
einzustellender Zeitkoeffizient Z = 0,2ms/cm,
dargestellte Länge L = 1:(103 x 0,2x10-3) = **5cm**.

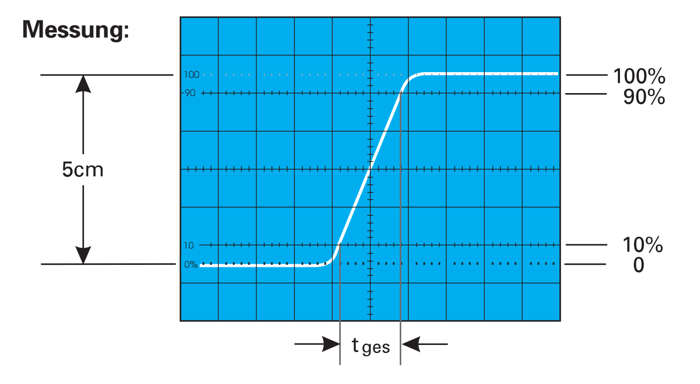
Länge eines HF-Wellenzugs **L** = 1cm,
eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,5µs/cm,
gedrückte Dehnungstaste X-MAG.(x 10) : **Z** = 50ns/cm,
gesuchte Signalfreq. F = 1:(1x50x10-9) = **20MHz**,
gesuchte Periodenzeit T = 1:(20x106) = **50ns**.

Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur vollen Signalperiode relativ klein, sollte man mit gedehntem Zeitmaßstab (X-MAG. x10) arbeiten. Durch Drehen des X-POS.-Knopfes kann der interessierende Zeitabschnitt in die Mitte des Bildschirms geschoben werden.

Anstiegszeitmessung

Das Systemverhalten einer Impulsspannung wird durch deren Anstiegszeit bestimmt. Impuls-Anstiegs-/Abfallzeiten werden zwischen dem 10%- und 90%-Wert ihrer vollen Amplitude gemessen.

Messung:





- Die Flanke des betr. Impulses wird exakt auf 5cm Schreibhöhe eingestellt (durch Y-Teiler und dessen Feineinstellung.)
- Die Flanke wird symmetrisch zur X- und Y-Mittellinie positioniert (mit X- und Y-Pos. Einsteller).
- Die Schnittpunkte der Signalflanke mit den 10%- bzw. 90%-Linien jeweils auf die horizontale Mittellinie loten und deren zeitlichen Abstand auswerten (T=LxZ,).
- Die optimale vertikale Bildlage und der Meßbereich für die Anstiegszeit sind in der folgenden Abbildung dargestellt. Bei einem eingestellten Zeitkoeffizienten von 10ns/cm ergäbe das Bildbeispiel eine gemessene Gesamtanstiegszeit von

$$\mathbf{t_{ges}} = 1{,}6\text{cm} \times 10\text{ns/cm} = \mathbf{16ns}$$

Bei sehr kurzen Zeiten ist die Anstiegszeit des Oszilloskop-Meßverstärkers und des evtl. benutzten Tastteilers geometrisch vom gemessenen Zeitwert abzuziehen. Die Anstiegszeit des Signals ist dann

$$t_a = \sqrt{t_{ges}^2 - t_{osc}^2 - t_t^2}$$

Dabei ist t_{ges} die gemessene Gesamtanstiegszeit, t_{osz} die vom Oszilloskop (beim HM507 ca. 7ns) und **tt** die des Tastteilers, z.B. = 2ns. Ist tges größer als 100ns, kann die Anstiegszeit des Y-Meßverstärkers vernachlässigt werden (Fehler <1%).

Obiges Bildbeispiel ergibt damit eine Signal-Anstiegszeit von

$$t = \sqrt{16^2 - 7^2 - 2^2} = 14{,}25\text{ns}$$

Die Messung der Anstiegs- oder Abfallzeit ist natürlich nicht auf die oben im Bild gezeigte Bild-Einstellung begrenzt. Sie ist so nur besonders einfach. Prinzipiell kann in jeder Bildlage und bei beliebiger Signalamplitude gemessen werden. Wichtig ist nur, daß die interessierende Signalflanke in voller Länge, bei nicht zu großer Steilheit, sichtbar ist und daß der Horizontalabstand bei 10% und 90% der Amplitude gemessen wird. Zeigt die Flanke Vor- oder Überschwingen, darf man die 100% nicht auf die Spitzenwerte beziehen, sondern auf die mittleren Dachhöhen. Ebenso werden Einbrüche oder Spitzen (glitches) neben der Flanke nicht berücksichtigt. Bei sehr starken Einschwingverzerrungen verliert die Anstiegs- oder Abfallzeitmessung allerdings ihren Sinn. Für Verstärker mit annähernd konstanter Gruppenlaufzeit (also gutem Impulsverhalten) gilt folgende Zahlenwert-Gleichung zwischen Anstiegszeit ta (in ns) und Bandbreite B (in MHz):

$$t_a = \frac{350}{B} \qquad B = \frac{350}{t_a}$$

Anlegen der Signalspannung

Ein kurzes Drücken der **AUTOSET**-Taste genügt, um automatisch eine sinnvolle, signalbezogene Geräteeinstellung zu erhalten (siehe **"AUTOSET"**). Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf spezielle Anwendungen, die eine manuelle Bedienung erfordern. **Die Funktion der Bedienelemente wird im Abschnitt "Bedienelemente und Readout" beschrieben.**

⚠ Vorsicht beim Anlegen unbekannter Signale an den Vertikaleingang!

Es wird empfohlen, möglichst immer mit Tastteiler zu messen! Ohne vorgeschalteten Tastteiler sollte als Signalkopplung zunächst immer **AC** und als Ablenkkoeffizient **20V/cm** eingestellt sein. Ist die Strahllinie nach dem Anlegen der Signalspannung plötzlich nicht mehr sichtbar, kann es sein, daß die Signalamplitude viel zu groß ist und den Meßverstärker

total übersteuert. Dann ist der Ablenkkoeffizient zu erhöhen (niedrigere Empfindlichkeit), bis die vertikale Auslenkung nur noch 3-8cm hoch ist. Bei kalibrierter Amplitudenmessung und mehr als $160V_{SS}$ großer Signalamplitude ist unbedingt ein Tastteiler vorzuschalten. Ist die Periodendauer des Meßsignals wesentlich länger als der eingestellte Zeit-Ablenkkoeffizient, verdunkelt sich der Strahl. Dann sollte der Zeit-Ablenkkoeffizient vergrößert werden.

Die Zuführung des aufzuzeichnenden Signals an den Y-Eingang des Oszilloskops ist mit einem abgeschirmten Meßkabel, wie z.B. HZ32 und HZ34 direkt, oder über einen Tastteiler 10:1 geteilt möglich. Die Verwendung der genannten Meßkabel an hochohmigen Meßobjekten ist jedoch nur dann empfehlenswert, wenn mit relativ niedrigen, sinusförmigen Frequenzen (bis etwa 50kHz) gearbeitet wird. Für höhere Frequenzen muß die Meß-Spannungsquelle niederohmig, d.h. an den Kabel-Wellenwiderstand (in der Regel 50 Ohm) angepaßt sein.

Besonders bei der Übertragung von Rechteck- und Impulssignalen ist das Kabel unmittelbar am Y-Eingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand abzuschließen. Bei Benutzung eines 50-Ohm-Kabels, wie z.B. **HZ34**, ist hierfür von **HAMEG** der 50-Ohm-Durchgangsabschluß **HZ22** erhältlich. Vor allem bei der Übertragung von Rechtecksignalen mit kurzer Anstiegszeit werden ohne Abschluß an den Flanken und Dächern störende Einschwingverzerrungen sichtbar. Auch höherfrequente (>100kHz) Sinussignale dürfen generell nur impedanzrichtig abgeschlossen gemessen werden. Im allgemeinen halten Verstärker, Generatoren oder ihre Abschwächer die Nenn-Ausgangsspannung nur dann frequenzunabhängig ein, wenn ihre Anschlußkabel mit dem vorgeschriebenen Widerstand abgeschlossen wurden.

Dabei ist zu beachten, daß man den Abschlußwiderstand **HZ22** nur mit max. 2Watt belasten darf. Diese Leistung wird mit $10V_{eff}$ oder - bei Sinussignal - mit $28{,}3V_{SS}$ erreicht.

Wird ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet, ist kein Abschluß erforderlich. In diesem Fall ist das Anschlußkabel direkt an den hochohmigen Eingang des Oszilloskops angepaßt. Mit Tastteiler werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca. 10MΩ II 12pF bzw. 100MΩII 5pF **bei HZ53**). Deshalb sollte, wenn der durch den Tastteiler auftretende Spannungsverlust durch eine höhere Empfindlichkeits-einstellung wieder ausgeglichen werden kann, nie ohne diesen gearbeitet werden. Außerdem stellt die Längsimpedanz des Teilers auch einen gewissen Schutz für den Eingang des Meßverstärkers dar. Infolge der getrennten Fertigung sind alle Tastteiler nur vorabgeglichen; daher muß ein genauer Abgleich am Oszilloskop vorgenommen werden (siehe **„Tastkopf-Abgleich“**).

Standard-Tastteiler am Oszilloskop verringern mehr oder weniger dessen Bandbreite; sie erhöhen die Anstiegszeit. In allen Fällen, bei denen die Oszilloskop-Bandbreite voll genutzt werden muß (z.B. für Impulse mit steilen Flanken), raten wir dringend dazu, die Tastköpfe **HZ51** (10:1), **HZ52** (10:1 HF) und **HZ54** (1:1 und 10:1) zu benutzen. Das erspart u.U. die Anschaffung eines Oszilloskops mit größerer Bandbreite. Die genannten Tastköpfe haben zusätzlich zur niederfrequenten Kompensationseinstellung einen HF-Abgleich. Damit ist mit Hilfe eines auf 1MHz umschaltbaren Kalibrators, z.B. HZ60, eine Gruppenlaufzeitkorrektur an der oberen Grenzfrequenz des Oszilloskops möglich. Tatsächlich werden mit diesen Tastkopf-Typen Bandbreite und Anstiegszeit des Oszilloskops kaum merklich geändert und die Wiedergabe-Treue der Signalform u.U. sogar noch verbessert. Auf diese Weise könnten spezifische Mängel im Impuls-Übertragungsverhalten nachträglich korrigiert werden.

Wenn ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet wird, muß bei Gleichspannungen über 400V immer DC-Eingangskopplung benutzt werden.

Bei AC-Kopplung tieffrequenter Signale ist die Teilung nicht mehr frequenzunabhängig. Impulse können Dachschräge zeigen, Gleichspannungen werden unterdrückt - belasten aber den betreffenden Oszilloskop-Eingangskopplungskondensator. Dessen Spannungsfestigkeit ist max. 400V (DC + Spitze AC). Ganz besonders wichtig ist deshalb die DC-Eingangskopplung bei einem Tastteiler 100:1, der meist eine zulässige Spannungsfestigkeit von max. 1200V (DC + Spitze AC) hat. Zur Unterdrückung störender Gleichspannung darf aber ein Kondensator entsprechender Kapazität und Spannungsfestigkeit vor den Tastteiler geschaltet werden (z.B. zur Brummspannungsmessung).

Bei allen Tastteilern ist die zulässige Eingangswechselspannung oberhalb von 20kHz frequenzabhängig begrenzt. Deshalb muß die „Derating Curve“ des betreffenden Tastteilertyps beachtet werden.

Wichtig für die Aufzeichnung kleiner Signalspannungen ist die Wahl des Massepunktes am Prüfobjekt. Er soll möglichst immer nahe dem Meßpunkt liegen. Andernfalls können evtl. vorhandene Ströme durch Masseleitungen oder Chassisteile das Meßergebnis stark verfälschen. Besonders kritisch sind auch die Massekabel von Tastteilern. Sie sollen so kurz und dick wie möglich sein.

Beim Anschluß des Tastteiler-Kopfes an eine BNC-Buchse sollte ein BNC-Adapter benutzt werden. Damit werden Masse- und Anpassungsprobleme eliminiert.

Das Auftreten merklicher Brumm- oder Störspannungen im Meßkreis (speziell bei einem kleinen Y-Ablenkkoeffizienten) wird möglicherweise durch Mehrfach-Erdung verursacht, weil dadurch Ausgleichströme in den Abschirmungen der Meßkabel fließen können (Spannungsabfall zwischen den Schutzleiterverbindungen, verursacht von angeschlossenen fremden Netzgeräten, z.B. Signalgeneratoren mit Störschutzkondensatoren).

Bedienelemente und Readout

A: Grundeinstellungen

Die folgenden Beschreibungen setzen voraus, daß:

1. **Der „Component Tester“ abgeschaltet ist.**
2. **Im MAIN MENU > SETUP & INFO > MISCELLANEOUS folgende Einstellungen vorliegen:**
   2.1 CONTROL BEEP und ERROR BEEP eingeschaltet (x),
   2.2 QUICK START abgeschaltet.
3. **Die Bildschirmeinblendungen (Readout) sichtbar sind.**

Die auf der großen Frontplatte befindlichen Leuchtdioden-anzeigen erleichtern die Bedienung und geben zusätzliche Informationen. Endstellungen von Drehbereichen werden durch ein akustisches Signal signalisiert.

Bis auf die Netztaste (**POWER**), werden alle anderen Bedienelemente elektronisch abgefragt. Alle elektronisch erfaßten Bedienfunktionen und ihre aktuellen Einstellungen können daher gespeichert bzw. gesteuert werden.

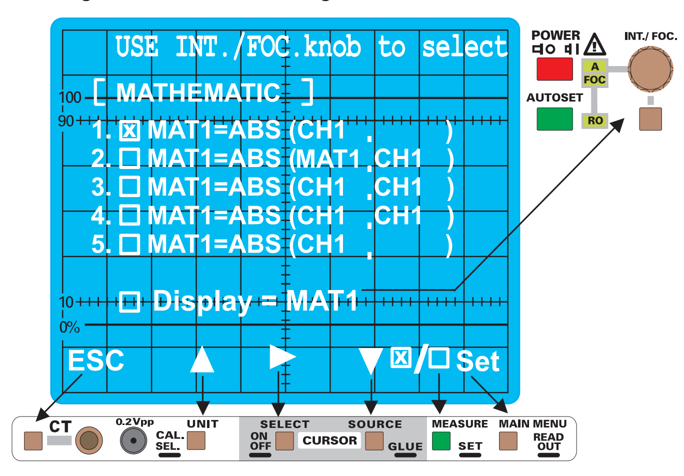
B: Menü-Anzeigen- und Bedienung

Das Betätigen einiger Tasten bewirkt die Anzeige von Menüs. Es wird zwischen Standardmenüs und Pulldown-Menüs unterschieden.

Standardmenüs:
Diese Menüs sind daran zu erkennen, daß das Readout keine Einstellparameter (Ablenkkoeffizienten etc.) mehr anzeigt. Die Anzeige besteht dann aus der Menüüberschrift, den Menüpunkten bzw. Funktionen. Am unteren Röhrenrasterrand werden Symbole und Befehle angezeigt, deren Bedienung mit den darunter befindlichen Tasten erfolgt.

„**Esc**“ schaltet in der Menühierarchie um einen Schritt zurück.
„**Exit**“ bewirkt das sofortige Abschalten der Menüanzeige.
„**Set**“ ruft den ausgewählten Menüpunkt auf oder startet eine Funktion.
„**SAVE**“ bewirkt die Speicherung.
„**Edit**“ führt in das EDITOR-Menü.

Mit den durch Dreieck- und Pfeilsymbol gekennzeichneten Tasten, lassen sich Elemente innerhalb eines Menüs aktivieren (aufgehellte Darstellung). Wird ein Hinweis auf den INT./FOC.-Einsteller angezeigt, kann mit diesem innerhalb des Elementes gewählt werden. Steht ein [ ] Symbol in einer aktivierten Zeile, bezieht sich die mit
„[x]/[ ]“ gekennzeichnete Taste auf dieses Symbol und ermöglicht die Umschaltung.



Pulldown-Menüs:
Nach Aufruf eines Pulldown-Menüs werden die Einstellpara-meter (Ablenkkoeffizienten etc.) weiterhin angezeigt. Die Readoutanzeige ändert sich nur bezüglich des aufgerufenen Parameters (z.B. Eingangskopplung) und zeigt an der Stelle des bisher gewählten nun alle wählbaren Parameter an (bei Eingangskopplung: AC, DC und GND). Die vor dem Aufruf des Pulldown-Menüs wirksame Einstellung bleibt erhalten und wird mit größerer Helligkeit angezeigt. Solange das Pulldown-Menü angezeigt wird, kann mit einmaligem oder mehrfachen kurzen Betätigen der Taste umgeschaltet werden. Die Umschaltung erfolgt sofort und der wirksame Parameter wird mit größerer Helligkeit angezeigt. Erfolgt kein weiterer kurzer Tastendruck schaltet sich das Pulldown-Menü nach einigen Sekunden ab und das Readout zeigt den gewählten Parameter an. Die CURSOR-Linie(n) und die Meßergebnisanzeige werden, nachdem das Pulldown-Menü nicht mehr sichtbar ist, wieder angezeigt.

C: READOUT-Anzeigen

Das Readout ermöglicht die alphanumerische Anzeige der Einstellparameter des Oszilloskops, von Meßergebnissen und Cursorlinien. Welche der Anzeigen sichtbar sind, hängt von den gerade vorliegenden Einstellungen ab. Die folgende Auflistung beinhaltet die wichtigsten Anzeigen.

Oberste Rasterzeile von links nach rechts:
1. Zeitablenkkoeffizient und beim Digitalbetrieb zusätzlich die Abtastrate.
2. Triggerquelle, Triggerflanke und Triggerkopplung.
3. Betriebsbedingung der verzögerten Zeitbasis im Analogbetrieb, bzw. die Pre- oder Posttriggerzeit im Digitalbetrieb.
4. Meßergebnisse.

Unterste Rasterzeile von links nach rechts:
1. Tastkopfsymbol (x10), Y-Ablenkoeffizient und Eingangskopplung von Kanal I,
2. „+“ Symbol,
3. Tastkopfsymbol (x10), Y-Ablenkoeffizient und Eingangskopplung von Kanal II,
4. Kanalbetriebsart (Analogbetrieb) oder die Signaldarstellungsart (Digitalbetrieb).

Am linken Rasterrand wird das Triggerpunkt-Symbol angezeigt (Analogbetrieb). Die CURSOR-Linien können innerhalb des Rasters auf jede Position gestellt werden.

D: Beschreibung der Bedienelemente

Vorbemerkung:
Alle Bedienelemente sind aus Gründen der Identifizierbarkeit mit Nummern gekennzeichnet. Befindet sich die Nummer innerhalb eines Quadrats, handelt es sich um ein Bedienelement, das nur im Digitalbetrieb wirksam ist. Diese werden erst am Ende der Auflistung beschrieben.

Die große Frontplatte ist, wie bei allen **HAMEG**-Oszilloskopen üblich, in Felder aufgeteilt.

Oben rechts neben dem Bildschirm befinden sich oberhalb der horizontalen Linie folgende Bedienelemente und Leuchtdiodenanzeigen:

(1) POWER - Netz-Tastenschalter mit Symbolen für Ein- (I) und Aus-Stellung (O).

Wird das Oszilloskop eingeschaltet, leuchten zunächst alle LED-Anzeigen auf und es erfolgt ein automatischer Test des Gerätes. Während dieser Zeit werden das **HAMEG**-Logo und die Softwareversion auf dem Bildschirm sichtbar. Wenn alle Testroutinen erfolgreich beendet wurden, geht das Oszilloskop in den Normalbetrieb über und das Logo ist nicht mehr sichtbar. Im Normalbetrieb werden dann die vor dem Ausschalten gespeicherten Einstellungen übernommen und das Readout eingeschaltet. Der Einschaltzustand wird durch eine Leuchtdiode (3) angezeigt.

(2) AUTOSET
Drucktaste bewirkt eine automatische, signalbezogene Geräteeinstellung (**siehe "AUTOSET"**). Auch wenn **Component Tester-** oder **XY-**Betrieb vorliegt, schaltet **AUTOSET** in die zuletzt benutzte **Yt**-Betriebsart (**CH I, CH II** oder **DUAL**). Mit Betätigen der **AUTOSET-**Taste wird die Strahlhelligkeit auf einen mittleren Wert gesetzt, wenn sie zuvor unterhalb dieses Wertes eingestellt war. Die Betriebsart (Analog/Digital) wird nicht beeinflußt.

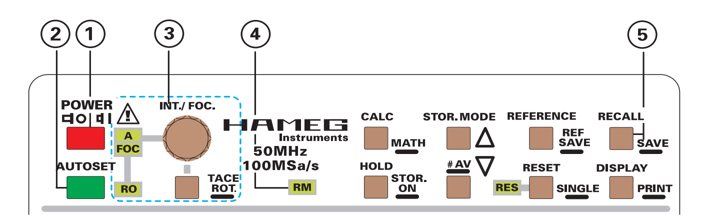
War die letzte Yt-Betriebsart mit Search- („sea“), DELAY- („del“) oder getriggertem DELAY („dTr“) - Betrieb verknüpft, wird dies nicht berücksichtigt und auf unverzögerten Zeitbasisbetrieb geschaltet.

Siehe auch "**AUTOSET**".

Automatische CURSOR-Positionierung:
Werden CURSOR-Linien angezeigt und wird AUTOSET betätigt, bewirkt das eine automatische Einstellung der Cursorlinien entsprechend der im CURSOR-MEASURE-Menü gewählten Funktion. Das Readout zeigt dabei kurzzeitig „SETTING CURSOR“ an.

Bei zu geringer Signalspannung (keine Triggerung) erfolgt keine Änderung der Cursorlinien. Im DUAL-Betrieb beziehen sich die Cursorlinien auf das Signal, welches als Triggersignal dient.

Spannungs-CURSOR.
Bei spannungsbezogenen CURSOR-Messungen nimmt die Genauigkeit der automatischen CURSOR-Positionierung mit zunehmender Signalfrequenz ab und wird auch durch das Tastverhältnis des Signals beeinflußt.



Zeit-/Frequenz-CURSOR.
Im Gegensatz zu unkomplizierten Signalen (z.B. Sinus, Dreieck u. Rechteck) weicht der Abstand der CURSOR-Linien von einer Periode ab, wenn komplexe Signale anliegen (z.B. FBAS-Signale).

Nur im Digital-Betrieb.
Wenn ROLL („rol“) oder SINGLE („sgl“) vorliegen, schaltet AUTOSET auf die zuletzt benutzte REFRESH Signaldarstellungsart.

(3) INT./FOC. - Drehknopf für INTENSITÄT- und FOCUS-Einstellung, mit zugeordneten Leuchtdioden und darunter befindlicher **TRACE ROT.**-Drucktaste.

Mit jedem kurzen Betätigen der TRACE ROT.-Drucktaste wird der Drehknopf auf eine andere Funktion umgeschaltet, welche durch die dann leuchtende LED angezeigt wird. Schaltfolge bei nicht abgeschaltetem Readout: A, FOC, RO, A; bei abgeschaltetem Readout: A, FOC, A.

„A“:
In dieser Stellung wirkt der Drehknopf als Einsteller für die Strahlintensität (Helligkeit) der Signaldarstellung. Linksdrehen verringert, Rechtsdrehen vergrößert die Helligkeit. Es sollte immer nur die gerade benötigte Strahlhelligkeit eingestellt werden. Sie hängt von Signalparametern, Oszilloskop-Einstellungen und der Umgebungshelligkeit ab.

„FOC“:
Die FOCUS-Einstellung (Strahlschärfe) ist gleichzeitig für die Signaldarstellung und das Readout wirksam. Mit höherer Strahlintensität wird der Strahldurchmesser größer und die Strahlschärfe nimmt ab, was in einem gewissen Maße mit dem FOCUS-Einsteller korrigierbar ist. Die Strahlschärfe hängt auch davon ab, an welcher Stelle des Bildschirmes der Strahl auftrifft. Bei optimaler Strahlschärfe in Bildschirmmitte nimmt die Strahlschärfe mit zunehmendem Abstand von der Bildschirmmitte ab.

Da die Einstellungen der Strahlintensität der Signaldarstellung (A) und des Readout (RO) meistens unterschiedlich sind, sollte die Strahlschärfe für die Signaldarstellung optimal eingestellt werden. Anschließend kann die Schärfe des READOUT durch weniger Readout-Intensität verbessert werden.

„RO“:
READOUT-Intensitätseinstellung: Linksdrehen verringert, Rechtsdrehen vergrößert die Helligkeit. Bei abgeschaltetem Readout kann nicht auf „RO“ geschaltet werden. Es sollte immer nur die gerade benötigte Readout-Intensität eingestellt werden.

TRACE ROT. (Strahldrehung).
Eine langer Tastendruck bewirkt die Anzeige „Trace Rot. with INT.“ (Strahldrehung mit Intensitätseinsteller). Mit dem INT./FOC. Einsteller kann dann der Einfluß des Erdmagnet-feldes auf die Strahlablenkung kompensiert werden, so daß die in Bildschirmmitte befindliche Strahllinie praktisch parallel zur horizontalen Rasterlinie verläuft. Siehe auch „Strahldrehung“ im Abschnitt „Inbetriebnahme und Voreinstellungen“.

Mit „SAVE“ wird die Einstellung gespeichert und gleichzeitig zur vorherigen Betriebsart zurückgeschaltet.

(4) RM - Fernbedienung
(= remote control) LED leuchtet, wenn das Gerät über die RS232-Schnittstelle auf Fernbedienungs-Betrieb geschaltet wurde. Dann ist das Oszilloskop mit den elektronisch abgefragten Bedienelementen nicht mehr bedienbar. Dieser Zustand kann durch Drücken der **AUTOSET**-Taste aufgehoben werden, wenn diese Funktion nicht ebenfalls über die RS232-Schnittstelle verriegelt wurde.

(5) RECALL / SAVE
Drucktaste für Geräteeinstellungen-Speicher.

Das Oszilloskop verfügt über 9 Speicherplätze. In diesen können alle Geräteeinstellungen gespeichert bzw. aus diesen aufgerufen werden.

SAVE:
Um einen Speichervorgang einzuleiten, muß die RECALL / SAVE-Taste lang gedrückt werden; dann erscheint das SAVE-Menü (Standardmenü, siehe „B: Menü-Anzeigen- und Bedienung“). Mit den „Dreieck“-Tasten wird schrittweise der Speicherplatz gewählt. Die vor dem Aufruf der SAVE-Funktion vorliegenden Geräteeinstellungen werden mit „Set“ in diesen Speicher geschrieben und das SAVE-Menü wird abgeschaltet. Wurde die SAVE-Funktion versehentlich aufgerufen, kann sie mit „Esc“ abgeschaltet werden.

Wird das Oszilloskop ausgeschaltet, werden die letzten Einstellparameter automatisch in den Speicher mit der Platzziffer 9 (PWR OFF = Power Off) geschrieben und dort gespeicherte, abweichende Einstellungen gehen verloren. Das läßt sich verhindern, indem vor dem Ausschalten die in Speicher " 9 " (PWR OFF) gespeicherten Einstellungen aufgerufen werden (RECALL 9) und erst danach ausgeschaltet wird.

RECALL:
Ein kurzer Tastendruck löst die Darstellung des RECALL-Menüs aus. Der Speicherplatz wird schrittweise mit einer der „Dreieck“-Tasten bestimmt. Nach dem „Set“ gedrückt wurde, schaltet sich die Menüanzeige ab und das Oszilloskop hat die aus dem Speicher abgerufenen Einstellungen übernommen. Zuvor kann jederzeit mit „Esc“ abgebrochen werden.

Bei RECALL wird auch der Punkt DEFAULTS (Grundeinstellung) angeboten. Dabei handelt es sich um eine vorgegebene Geräteeinstellung, die alle Funktionen umfaßt.

Unterhalb des zuvor beschriebenen Feldes befinden sich die Bedien- und Anzeigeelemente für die Y-Meßverstärker, die Betriebsarten, die Triggerung und die Zeitbasen.

(6) Y-POS/CURS.I - Drehknopf mit mehreren Funktionen.

Mit dem Drehknopf läßt sich Y-Position des Strahles oder der CURSOR-Linie(n) bestimmen. Die Funktionsumschaltung erfolgt mit kurzem Drücken der CURSOR POS-Taste (7). Ohne angezeigte CURSOR-Linien kann nicht auf die CURS.I-Funktion geschaltet werden.

Y-POS:
Leuchtet die CURSOR POS-LED (7) nicht, läßt sich mit ihm die vertikale Strahlposition für Kanal I bestimmen. Bei Additionsbetrieb sind beide Drehknöpfe (Y-POS/CURS.I (6) und Y-POS/CURS.II (8)) wirksam. Im XY-Betrieb ist die Y-POS-Funktion abgeschaltet; für X-Positionsänderungen ist dann der X-POS. (12) Drehknopf zu benutzen.

Gleichspannungsmessung:
Liegt kein Signal am Eingang (INPUT CHI (25)), entspricht die Strahlposition einer Spannung von 0 Volt. Das ist der Fall, wenn der INPUT CHI (25) bzw. im Additionsbetrieb beide Eingänge (INPUT CHI (25), INPUT CHII (28)) auf GND (ground) (26) (29) geschaltet sind und automatische Triggerung (AT (9)) vorliegt.

Der Strahl kann dann mit dem Y-POS-Einsteller auf eine, für die nachfolgende Gleichspannungsmessung geeignete Rasterlinie, positioniert werden. Bei der nachfolgenden Gleichspannungsmessung (nur mit DC-Eingangskopplung möglich), ändert sich die Strahlposition. Unter Berücksich-tigung des Y-Ablenkkoeffizienten, desTeilungsverhält-nisses des Tastteilers und der Änderung der Strahlposition gegenüber der zuvor eingestellten "0 Volt Strahlposition" (Referenzlinie), läßt sich die Gleichspannung bestimmen.

"0 Volt"-Symbol.
Bei eingeschaltetem Readout wird die "0 Volt"-Strahlposition von Kanal I mit einem Symbol (^) angezeigt, d.h. die zuvor beschriebene Positionsbestimmung kann entfallen. Das Symbol für Kanal I wird im CHI und DUAL-Betrieb in der Bildschirmmitte links von der senkrechten Rasterlinie angezeigt. Kurz bevor die "0 Volt"-Strahlposition den Rasterbereich verläßt und nach dem sie sich außerhalb des Rasters befindet, ändert sich das Symbol (^). Es wird durch ein nach außen zeigendes Pfeilsymbol ersetzt.

Bei Additions-Betrieb („add") wird nur ein "^" –Symbol angezeigt.

Liegt XY-Betrieb vor, wird die "0 Volt"-Strahlposition für Y (CH II) durch ein Dreieck-Symbol am rechten Rasterrand angezeigt. Das Dreieck-Symbol mit dem die "0 Volt"-Strahlposition für X (CH I) angezeigt wird, befindet sich oberhalb der Ablenkkoeffizientenanzeige. Wenn die "0 Volt"-Strahlposition(en) das Raster verläßt, wird dieses mit einer Änderung der Pfeilrichtung des Dreieck-Symbols angezeigt.

CURS.I:
Leuchtet die CURSOR POS-LED (7), lassen sich die mit dem Symbol „I" gekennzeichneten CURSOR-Linie(n) mit dem Drehknopf in vertikaler/horizontaler Richtung verschieben.

Nur im Digitalbetrieb:
Im XY-Betrieb wirkt der Y-POS/CURS.I (6) Drehknopf als X-Positionseinsteller. Der X-POS. (12) Einsteller ist dann abgeschaltet.

Der Y-POS/CURS.I (6) Drehknopf kann zur vertikalen Positionsänderung eines mit HOLD gespeicherten Signales benutzt werden. Liegt XY-Betrieb vor, erfolgt die Positionsänderung in X-Richtung.

Leuchtet die M/R LED, kann mit dem Y-POS/CURS.I (6) Drehknopf die Y-Position eines Referenz- bzw. Mathe-matiksignals geändert. Voraussetzung hierfür ist, daß die M/R [38] LED mit der zugehörigen MATH/REF POS Taste eingeschaltet wurde, was nur ermöglicht wird, wenn ein Referenz- oder ein Mathematiksignal (berechnetes Signal) angezeigt wird.

(7) CURSOR POS – Drucktaste und LED-Anzeige.

Mit einem kurzen Tastendruck läßt sich die Funktion der Y-POS/CURS.I- (6) und Y-POS/CURS.II-Einsteller (8) bestimmen.

Leuchtet die CUR-LED nicht, kann die Signaldarstellung mit den Einstellern in Y-Richtung verändert werden (Y-Positionseinstellerfunktion).

Nur wenn CURSOR-Linien angezeigt werden, kann die LED mit einem kurzen Tastendruck eingeschaltet werden. Dann lassen sich mit den CURS.I- (6) und CURS.II (8) -Einstellern die Positionen der CURSOR-Linien ändern. Die Zuordnung von Einsteller(n) und CURSOR-Linie(n) wird mit den dann sichtbaren Symbolen „I" und „II" ermöglicht.

Ein erneuter Tastendruck schaltet die LED ab und damit zurück auf die Y-Positionseinstellerfunktion.

Nur im Digitalbetrieb:
Die CUR LED erlischt, wenn ein Referenz- bzw. Mathematiksignal angezeigt wird und die M/R LED mit der MATH/REF POS [38] Drucktaste eingeschaltet wurde. Dann wirkt der Y-POS/CURS.I Drehknopf auf das Referenz- bzw. Mathematiksignal und der Y-POS/CURS.II Drehknopf auf die Signaldarstellung von Kanal II, wenn dieser Kanal angezeigt wird.

(8) Y-POS/CURS.II - Dieser Drehknopf hat zwei Funktionen.

Die Funktionsumschaltung erfolgt mit kurzem Drücken der CURSOR POS-Taste (7). Ohne angezeigte CURSOR-Linien kann nicht auf die CURS.II-Funktion geschaltet werden.

Y-POS:
Leuchtet die CURSOR POS-LED (7) nicht, läßt sich mit ihm die vertikale Strahlposition für Kanal II bestimmen. Bei Additionsbetrieb sind beide Drehknöpfe (Y-POS/CURS.I (6) und Y-POS/CURS.II) wirksam.

Gleichspannungsmessung:
Liegt kein Signal am Eingang (INPUT CHII (28)), entspricht die Strahlposition einer Spannung von 0 Volt. Das ist der Fall, wenn der INPUT CHII (28) bzw. im Additionsbetrieb beide Eingänge (INPUT CHI (25), INPUT CHII (28)) auf GND (ground) (26) (29) geschaltet sind und automatische Triggerung (AT (9)) vorliegt.

Der Strahl kann dann mit dem Y-POS-Einsteller auf eine, für die nachfolgende Gleichspannungsmessung geeignete Rasterlinie, positioniert werden. Bei der nachfolgenden Gleichspannungsmessung (nur mit DC-Eingangskopplung möglich), ändert sich die Strahlposition. Unter Berücksichtigung des Y-Ablenk-koeffizienten, des Teilungsverhältnisses des Tastteilers und der Änderung der Strahlposition gegenüber der zuvor eingestellten "0 Volt Strahlposition" (Referenzlinie), läßt sich die Gleichspannung bestimmen.

"0 Volt"-Symbol.
Bei eingeschaltetem Readout wird die "0 Volt"-Strahlposition von Kanal II mit einem Symbol (^) immer angezeigt, d.h. die

zuvor beschriebene Positionsbestim-mung kann entfallen. Das Symbol für Kanal II wird im CHII und DUAL-Betrieb in der Bildschirmmitte rechts von der senkrechten Rasterlinie angezeigt. Kurz bevor die ”0 Volt”-Strahlposition den Rasterbereich verläßt und nach dem sie sich außerhalb des Rasters befindet, ändert sich das Symbol (^). Es wird durch ein nach außen zeigendes Pfeilsymbol ersetzt.

Bei Additions-Betrieb („add“) wird nur das ”^” –Symbol von CH II angezeigt.

Liegt XY-Betrieb vor, wird die ”0 Volt”-Strahlposition für Y (CH II) durch ein Dreieck-Symbol am rechten Rasterrand angezeigt. Das Dreieck-Symbol mit dem die ”0 Volt”-Strahlposition für X (CH I) angezeigt wird, befindet sich oberhalb der Ablenkkoeffizientenanzeige. Wenn die ”0 Volt”-Strahlposition(en) das Raster verläßt, wird dieses mit einer Änderung der Pfeilrichtung des Dreieck-Symbols angezeigt.

CURS.II:
Leuchtet die CUR-LED (7), lassen sich die mit dem Symbol „II“ gekennzeichneten CURSOR-Linie(n) mit dem Drehknopf in vertikaler/horizontaler Richtung verschieben.

Nur im Digitalbetrieb:
Der Y-POS/CURS.II (8) Drehknopf kann zur vertikalen Positionsänderung eines mit HOLD gespeicherten Signales benutzt werden.

**(9) NM / AT - / ** - Drucktaste und LED-Anzeige.

Oberhalb der Drucktaste, die eine Doppelfunktion hat, befindet sich die NM- (Normal-Triggerung) LED. Sie leuchtet, wenn mit einem langen Tastendruck von ”AT” (Automatische-Triggerung) auf ”NM” (Normal-Triggerung) umgeschaltet wurde. Ein erneuter langer Tastendruck schaltet auf automatische Triggerung zurück und die NM-LED erlischt.

AT:
Die automatische Triggerung kann mit und ohne Spitzenwerterfassung erfolgen. In beiden Fällen ist der LEVEL-Einsteller (11) wirksam. Auch ohne Triggersignal bzw. mit für die Triggerung ungeeigneten Einstellungen, wird die Zeitablenkung durch die Triggerautomatik periodisch ausgelöst und es erfolgt eine Signaldarstellung. Signale, deren Periodendauer größer als die Periodendauer der Triggerautomatik sind, können nicht getriggert dargestellt werden, weil dann die Triggerautomatik die Zeitbasis zu früh startet.

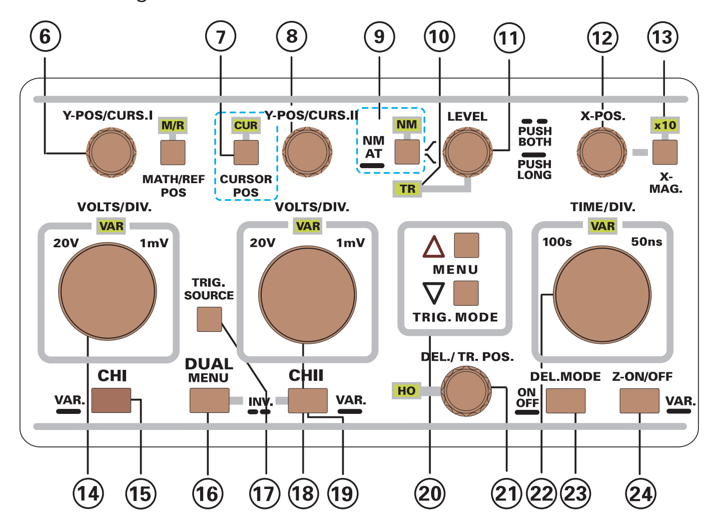
Mit Spitzenwert-Triggerung wird der Einstellbereich des LEVEL-Einstellers (11) durch den positiven und negativen Scheitelwert des Triggersignals begrenzt. Ohne Spitzen-wert-Triggerung (Spitzenwerterfassung) ist der LEVEL-Einstellbereich nicht mehr vom Triggersignal abhängig und kann zu hoch oder zu niedrig eingestellt werden. In diesen Fällen sorgt die Triggerautomatik dafür, daß immer noch eine Signaldarstellung erfolgt, obwohl sie ungetriggert ist.

Ob die Spitzenwerterfassung wirksam ist oder nicht, hängt von der Betriebsart und der gewählten Triggerkopplung ab. Der jeweilige Zustand wird durch das Verhalten des Triggerpunkt-Symbols beim Ändern des LEVEL-Knopfes erkennbar.

NM:
Bei Normaltriggerung ist sowohl die Triggerautomatik als auch die Spitzenwerterfassung abgeschaltet. Ist kein Triggersignal vorhanden oder die LEVEL-Einstellung ungeeignet, erfolgt keine Signaldarstellung. Da die Triggerautomatik abgeschaltet ist, können auch sehr niederfrequente Signale getriggert dargestellt werden.

Die letzte LEVEL-Einstellung der unverzögerten Zeitbasis wird beim Umschalten auf getriggerten DEL.MODE („dTr“) gespeichert. Bei getriggertem DEL.MODE („dTr“) kann bzw. muß die LEVEL-Einstellung geändert werden.

/ \\ (SLOPE)
Die zweite Funktion betrifft die Triggerflankenwahl, die mit jedem kurzen Tastendruck umgeschaltet wird. Dabei wird bestimmt, ob eine ansteigende oder fallende Signalflanke die Triggerung auslösen soll. Die aktuelle Einstellung wird oben im Readout als Symbol angezeigt. Die letzte Triggerflankeneinstellung der unverzögerten Zeitbasis wird beim Umschalten auf getriggerten DEL.MODE („dTR“) gespeichert. Bei getriggertem DEL.MODE („dTR“) kann die Triggerflanke beibehalten oder geändert werden.



(10) TR - Diese LED leuchtet, wenn die Zeitbasis Triggersignale erhält. Ob die LED aufblitzt oder konstant leuchtet, hängt von der Frequenz des Triggersignals ab.

Im XY-Betrieb leuchtet die TR-LED nicht.

(11) LEVEL – Drehknopf.

Mit dem LEVEL-Drehknopf kann die Trigger-Spannung bestimmt werden, die ein Triggersignal über- oder unterschreiten muß (abhängig von der Flankenrichtung), um einen Zeit-Ablenkvorgang auszulösen. In den meisten Yt-Betriebsarten wird auf dem linken Rasterrand mit dem Readout ein Symbol eingeblendet, welches den Triggerpunkt anzeigt. Das Triggerpunkt-Symbol wird in den Betriebsarten abgeschaltet, in denen keine direkte Beziehung zwischen Triggersignal und Triggerpunkt vorliegt.

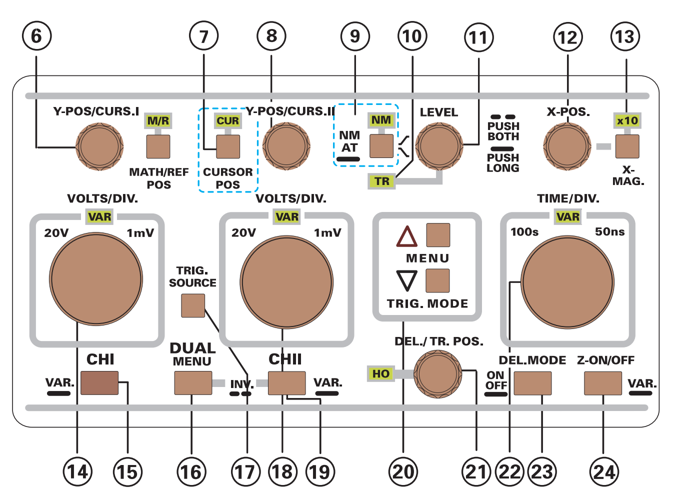
Wird die LEVEL-Einstellung geändert, ändert sich auch die Position des Triggerpunkt-Symbols im Readout. Die Änderung erfolgt in vertikaler Richtung und betrifft selbstverständlich auch den Strahlstart des Signals. Um zu vermeiden, daß das Triggerpunkt-Symbol andere Readoutinformationen überschreibt und um erkennbar zu machen, in welcher Richtung der Triggerpunkt das Meßraster verlassen hat, wird das Symbol durch einen Pfeil ersetzt.

Nur im Digitalbetrieb:
In den meisten Betriebsarten kann das Triggerpunktsymbol (+) in horizontaler Richtung verschoben werden (Pre- bzw. Post-Triggerung).

(12) X-POS. – Drehknopf.
Er bewirkt eine Verschiebung der Signaldarstellung in horizontaler Richtung.

Diese Funktion ist insbesondere in Verbindung mit 10facher X-Dehnung (X-MAG. x10) von Bedeutung. Im Gegensatz zur in X-Richtung ungedehnten Darstellung, wird mit X-MAG. x10 nur ein Ausschnitt (ein Zehntel) über 10cm angezeigt. Mit X-POS. läßt sich bestimmen, welcher Teil der Gesamtdarstellung 10fach gedehnt sichtbar ist.

Nur im Digitalbetrieb:



Im XY-Betrieb ist der X-POS.-Drehknopf unwirksam. Für X-Positionseinstellungen ist der Y-POS/CURS.I (6) Drehknopf zu benutzen.

(13) X-MAG. – Drucktaste mit x10 LED-Anzeige

Jeder Tastendruck schaltet die zugeordnete LED an bzw. ab. Leuchtet die x10 LED, erfolgt eine 10fache X-Dehnung. Liegt eine der folgenden Ausnahmen vor, wird nur 5fach gedehnt:

1. Analogbetrieb mit einem Zeitablenkkoeffizienten von 50ns/div ergibt in Verbindung mit X-MAG. x10 lediglich 10ns/div.

2. Digitalbetrieb mit 100ns/div bewirkt 20ns/div.

Der oben links im Readout angezeigte Zeit-Ablenkoeffizient berücksichtigt die Dehnung und den Dehnungsfaktor .

Bei ausgeschalteter X-Dehnung kann der zu betrachtende Signalausschnitt mit dem X-POS.-Einsteller auf die mittlere vertikale Rasterlinie positioniert und danach mit eingeschalteter X-Dehnung betrachtet werden.

Im XY-Betrieb ist die X-MAG. Taste wirkungslos.

(14) VOLTS/DIV. – Drehknopf.

Für Kanal I steht im VOLTS/DIV.-Feld ein Drehknopf zur Verfügung, der eine Doppelfunktion hat.

Der Drehknopf ist nur wirksam, wenn Kanal I aktiv geschaltet und der Eingang eingeschaltet ist (AC- oder DC-Eingangskopplung). Kanal I ist im CH I- (Mono), DUAL-, Additions- („add“) und XY-Betrieb wirksam. Die Feinsteller-Funktion wird unter VAR (15) beschrieben.

Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Funktion: Ablenkkoeffizienten-Einstellung (Teilerschalter). Sie liegt vor, wenn die VAR.- LED nicht leuchtet.

Mit Linksdrehen wird der Ablenkkoeffizient erhöht; mit Rechtsdrehen verringert. Dabei können Ablenkkoeffizienten von 1mV/div. bis 20V/div. in 1-2-5 Folge eingestellt werden.

Der Ablenkkoeffizient wird unten im Readout angezeigt (z.B. ”Y1:5mV...). Im unkalibrierten Betrieb wird anstelle des ”:” ein ”>” Symbol angezeigt.

(15) CH I - Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen.

Mit einem kurzen Tastendruck wird auf Kanal I (Einkanal-Betrieb) geschaltet, so daß das Readout den Ablenkkoeffizienten von Kanal I („Y1 ...“) anzeigt. Wenn zuvor weder Extern- noch Netz-Triggerung eingeschaltet war, wird auch die interne Triggerquelle automatisch auf Kanal I umgeschaltet und die Triggeranzeige des Readout zeigt „Y1, Triggerflanke, Triggerkopplung“ an. Die letzte Funktionseinstellung des VOLTS/DIV.-Drehknopfs (14) bleibt erhalten.

Alle für diesen Kanal vorhandenen Bedienelemente sind wirksam, wenn der Eingang (25) nicht mit der AC/DC/GND-Taste auf GND (26) geschaltet wurde.

Mit jedem langen Betätigen der CHI –Taste wird die Funktion des VOLTS/DIV.-Drehknopfes umgeschaltet und mit der darüber befindlichen VAR-LED angezeigt. Leuchtet die VAR-LED nicht, kann mit dem Drehknopf der kalibrierte Ablenkkoeffizient von Kanal I verändert werden (1-2-5 Folge).

Wird die CHI -Taste lang gedrückt und leuchtet die VAR-LED, ist der VOLTS/DIV.-Drehknopf (14) als Feinsteller wirksam. Die kalibrierte Ablenkkoeffizienteneinstellung bleibt solange erhalten, bis der Drehknopf einen Rastschritt nach links gedreht wird. Daraus resultiert eine unkalibrierte Signalamplitudendarstellung (”Y1>...”) und die dargestellte Signalamplitude wird kleiner. Wird der Drehknopf weiter nach links gedreht, vergrößert sich der Ablenkkoeffizient. Ist die untere Grenze des Feinstellbereichs erreicht, ertönt ein akustisches Signal.

Wird der Drehknopf nach rechts gedreht, verringert sich der Ablenkkoeffizient und die dargestellte Signalamplitude wird größer, bis die obere Feinstellbereichsgrenze erreicht ist. Dann ertönt wieder ein akustisches Signal und die Signaldarstellung erfolgt kalibriert (”Y1:...”); der Drehknopf bleibt aber in der Feinsteller-Funktion.

Unabhängig von der Einstellung im Feinstellerbetrieb kann die Funktion des Drehknopfs jederzeit - durch nochmaliges langes Drücken der CHI -Taste - auf die Teilerschalter-funktion (1-2-5 Folge, kalibriert) umgeschaltet werden. Dann erlischt die VAR-LED und das möglicherweise noch angezeigte ” > ” Symbol wird durch ” : ” ersetzt.

(16) DUAL – MENU - Drucktaste mit mehreren Funktionen.

Die Beschriftung der Frontplatte zeigt, daß die DUAL-MENU Drucktaste (16) auch zusammen mit der CH II-Drucktaste (19) betätigt werden kann (INV). Informationen darüber sind dem Punkt 19 zu entnehmen.

1. Umschaltung auf DUAL- (Zweikanal-), Additions- und XY-Betrieb.
Liegt Einkanal-Betrieb CH I oder CH II vor, bewirkt ein kurzer Tastendruck die Umschaltung auf DUAL-Betrieb, ohne das ein Pulldown-Menü angezeigt wird.

Im DUAL-Betrieb zeigt das Readout die Ablenkkoeffizienten beider Kanäle und die Art der Kanalumschaltung (Analogbetrieb) bzw. die Art der Signaldarstellung

(Digitalbetrieb) an. Die letzte am oberen Rasterrand angezeigte Triggerbedingung (Triggerquelle, -Flanke u. -Kopplung) bleibt bestehen; kann aber verändert werden.

2. Wählen der Kanalumschaltung bzw. der Unterbetriebsart.
Liegt DUAL-Betrieb vor, bewirkt ein kurzer Tastendruck, daß das Readout ein Pulldown-Menü anzeigt. Es bietet folgende Möglichkeiten an:

2.1 Analogbetrieb: „alt“ (alternierender DUAL-Betrieb), „add“ (Additions-Betrieb), „XY“ (XY-Betrieb) und „chp“ (gechoppter DUAL-Betrieb).

2.2 Digitalbetrieb: „dual“ (DUAL-Betrieb), „add“ (Additions-Betrieb) und „XY“ (XY-Betrieb).

Wird das Pulldown-Menü angezeigt, kann mit jedem folgenden kurzen Tastendruck auf die nächste Betriebsart umgeschaltet werden. Siehe auch „B: Menü-Anzeigen- und Bedienung“.

Wenn Additions- („add“) oder XY-Betrieb („XY“) vorliegen, bewirkt ein kurzer Tastendruck, daß direkt (ohne Menüanzeige) auf DUAL-Betrieb umgeschaltet wird.

3. DUAL- (Zweikanal) Betrieb.)
Alle kanalbezogenen Bedienelemente sind wirksam, wenn kein Eingang auf GND (26) (29) geschaltet wurde.

3.1 Analogbetrieb.
Das Readout zeigt rechts neben dem Ablenkkoeffizienten von Kanal II (Y2:...) an, wie die Kanalumschaltung erfolgt. ”alt” steht für alternierende und ”chp” für Chopper (Zerhacker) -Kanalumschaltung. Die Art der Kanalum-schaltung wird automatisch durch die Zeitkoeffizienten-einstellung (Zeitbasis) vorgegeben, kann aber im Pulldown-Menü geändert werden. Wird nach einer Änderung ein anderer Zeitkoeffizient (TIME/DIV.-Drehknopf) gewählt, bestimmt der Zeitkoeffizient erneut die Art der Kanalumschaltung.

chp:
Chopper-Kanalumschaltung erfolgt automatisch in den Zeitbasisbereichen von 500ms/div. bis 500µs/div. Dann wird während des Zeit-Ablenkvorganges die Signaldarstellung ständig zwischen Kanal I und II umgeschaltet.

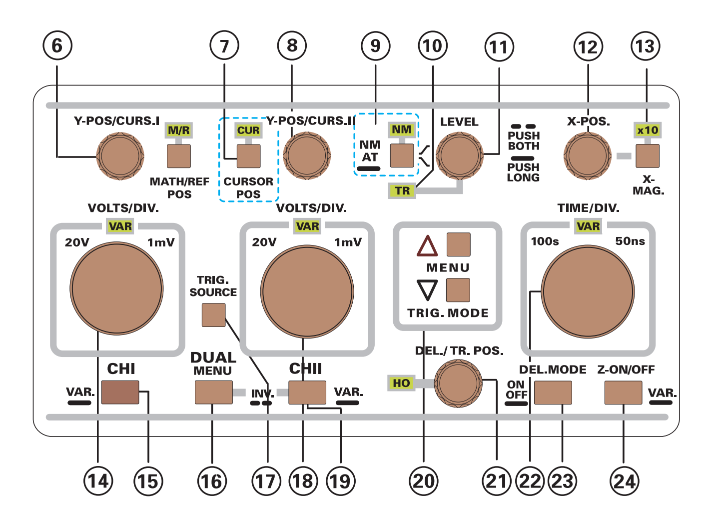
alt:
Alternierende Kanalumschaltung (ALT) erfolgt automatisch in den Zeitbasisbereichen von 200µs/div. bis 50ns/div. Dabei wird während eines Zeit-Ablenkvorganges nur ein Kanal und mit dem nächsten Zeit-Ablenkvorgang der andere Kanal dargestellt.

3.2 Digitalbetrieb: Im Digitalbetrieb besteht keine Notwendigkeit für Kanaldarstellungsarten, ihre Umschaltung und Anzeige, wie sie zuvor beschrieben wurden. Das Readout zeigt die gewählte Signaldarstel-lungsart an: „rfr“ (Refresh), „env“ (Envelope), „avm“ (Average Mode) und „rol“ (Roll Mode).

4. Additions-Betrieb („add“).
Im Additions-Betrieb werden zwei Signale addiert bzw. subtrahiert und das Resultat (algebraische Summe bzw. Differenz) als ein Signal dargestellt. Das Resultat ist nur dann richtig, wenn die Ablenkkoeffizienten beider Kanäle gleich sind. Die Zeitlinie kann mit beiden Y-POS/CURS.-Drehknöpfen beeinflußt werden.

Der Additionsbetrieb wird im Readout durch das Additionssymbol „+” zwischen den Ablenkkoeffizienten beider Kanäle angezeigt. Das Triggerpunkt-Symbol ist abgeschaltet.

5. XY-Betrieb.
Die Ablenkkoeffizientenanzeige im Readout zeigt ”X ...” für Kanal I und ”Y ...” für Kanal II. Gegenüber Yt- (Zeitbasis-) Betrieb gibt es - abhängig von der Betriebsart (Analog/ Digital) – folgende Abweichungen.



5.1 Analogbetrieb.
1. Der Zeitablenkkoeffizient wird nicht angezeigt, da die Zeitbasis abgeschaltet ist.
2. Die Bedienelemente für Triggerquelle, -flanke, -kopplung und Triggerpunkt-Symbol sind, wie die dazugehörigen Readouteinblendungen, abgeschaltet.
3. Der Y-POS/CURS.I-Einsteller (6) ist unwirksam; für X-Positionsänderungen muß der X-POS.-Einsteller (12) benutzt werden.
4. Es wird keine X-Dehnung ermöglicht (X-MAG.x10 (13) abgeschaltet).
5. Rechts vom Kanal II Ablenkkoeffizienten wird „XY“ angezeigt.

5.2 Digitalbetrieb
1. Anstelle des Zeitablenkkoeffizienten, wird die Abtastrate angezeigt.
2. Die Bedienelemente für Triggerquelle, -flanke, -kopplung und Triggerpunkt-Symbol sind, wie die dazugehörigen Readouteinblendungen, abgeschaltet.
3. Der Y-POS/CURS.I-Einsteller (7) dient als X-Positionseinsteller; der X-POS.-Einsteller (12) ist abgeschaltet.
4. Es wird keine X-Dehnung ermöglicht (X-MAG.x10 (13) abgeschaltet).
5. Rechts vom Kanal II Ablenkkoeffizienten wird die Signaldarstellungsart „rfr“ angezeigt.

(17) TRIG. SOURCE - Drucktaste.

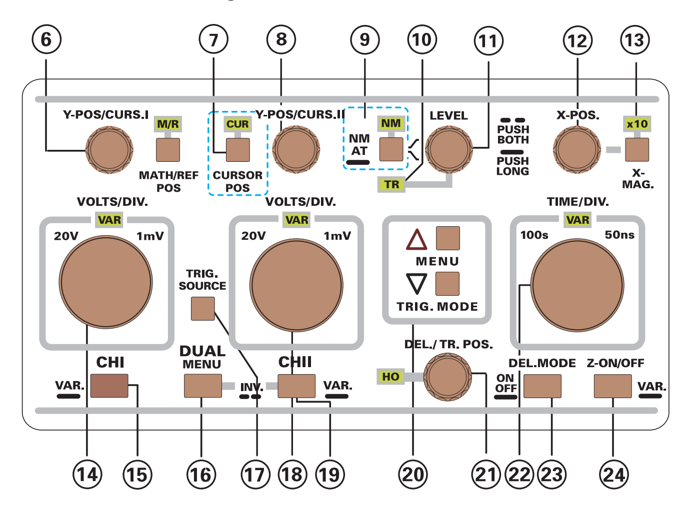
Mit dieser Drucktaste ist die Triggerquelle wählbar. Bei XY-Betrieb und bei Netzfrequenz-Triggerung ist die Funktion abgeschaltet.

Mit dem Begriff ”Triggerquelle” wird die Signalquelle bezeichnet, deren Signal zur Triggerung benutzt wird. Als Triggerquelle können die Meßverstärker dienen (interne Triggerung) oder die BNC-Buchse zur Ankoppelung eines von außen angelegten Signals (externe Triggerung).

Einkanalbetrieb (CHI oder CHII):
Ein kurzer Tastendruck schaltet direkt auf die andere Triggerquelle um, ohne das Pulldown Menü zu öffnen, da im Einkanalbetrieb nur zwei Triggerquellen (intern oder extern) möglich sind.

DUAL- und Additionsbetrieb:
Durch kurzen Tastendruck zeigt das Readout alle Triggerquellen mit einem Pulldown-Menü an (siehe „B:

Menü-Anzeigen- und Bedienung“) und mit jedem weiteren kurzen Tastendruck wird auf die nächste Betriebsart umgeschaltet.



Die folgende Auflistung zeigt die prinzipiell möglichen Triggerquellen. Ihre Verfügbarkeit hängt von der aktuelle Kanalbetriebsart ab.

„Y1“: Der Meßverstärker von Kanal I dient als interne Triggerquelle.

„Y2“: Der Meßverstärker von Kanal II dient als interne Triggerquelle.

„alt“: Bei alternierender Triggerung erfolgt die Umschaltung der internen Triggerquellen „Y1“ und „Y2“ synchron mit der alternierenden Kanalumschaltung.

Alternierende Triggerung kann daher nur gewählt werden, wenn DUAL-Betrieb vorliegt und setzt alternierende Kanalumschaltung voraus. Liegt gechoppter DUAL-Betrieb vor, erfolgt die Umschaltung auf alternierenden DUAL-Betrieb automatisch.

In Verbindung mit alternierender Triggerung werden folgende Triggerkopplungsarten nicht ermöglicht: TVL (TV-Zeile), TVF (TV-Bild) und ~ (Netztriggerung).

Liegt Additions-Betrieb („add“) oder verzögerter Zeitbasis-Betrieb („sea“, „del“ oder „dTr“) vor, kann nicht auf alternierende Triggerung geschaltet werden. Die alternierende Triggerung wird durch das Umschalten auf „add“ (Additions) -Betrieb oder DEL.MODE („sea“, „del“ oder „dTr“) Zeitbasis-Betrieb abgeschaltet.

Anmerkung:
Bei alternierender Triggerung wird das Triggerpunkt-Symbol nicht angezeigt.

„ext“:
Der TRIG.EXT. Eingang (30) dient als externe Triggerquelle.

Anmerkung:
Bei externer Triggerung ist das Triggerpunkt-Symbol immer abgeschaltet!

Nur im Digitalbetrieb:
Bei „rol“- (ROLL-) Betrieb (triggerunabhängige Signalerfassung) sind alle die Triggerung betreffenden Bedienelemente und Readouteinblendungen abgeschaltet.

(18) VOLTS/DIV. – Drehknopf.

Für Kanal II steht im VOLTS/DIV.-Feld ein Drehknopf zur Verfügung, der eine Doppelfunktion hat.

Der Drehknopf ist nur wirksam, wenn Kanal II aktiv geschaltet und der Eingang eingeschaltet ist (AC- oder DC-Eingangskopplung). Kanal II ist im CH II- (Mono), DUAL-, Additions- („add“) und XY-Betrieb wirksam. Die Feinsteller-Funktion wird unter VAR (19) beschrieben.

Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Funktion: Ablenkkoeffizienten-Einstellung (Teilerschalter). Sie liegt vor, wenn die VAR.- LED nicht leuchtet.
Mit Linksdrehen wird der Ablenkkoeffizient erhöht, mit Rechtsdrehen verringert. Dabei können Ablenkkoeffizienten von 1mV/div. bis 20V/div. in 1-2-5 Folge eingestellt werden.

Der Ablenkkoeffizient wird unten im Readout angezeigt (z.B. ”Y2:5mV...”). Im unkalibrierten Betrieb wird anstelle des ” : ” ein ” > ” Symbol angezeigt.

(19) CH II - Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen.

1. Kanalumschaltung.
Mit einem kurzen Tastendruck wird auf Kanal II (Einkanal-Betrieb) geschaltet, so daß das Readout den Ablenkkoeffizienten von Kanal II („Y2 ...“) anzeigt. Wenn zuvor weder Extern- noch Netz-Triggerung eingeschaltet war, wird auch die interne Triggerquelle automatisch auf Kanal II umgeschaltet und die Triggeranzeige des Readout zeigt „Y2, Triggerflanke, Triggerkopplung“ an. Die letzte Funktionseinstellung des VOLTS/DIV.-Drehknopfs (18) bleibt erhalten.

Alle für diesen Kanal vorhandenen Bedienelemente sind wirksam, wenn der Eingang (28) nicht mit der AC/DC/GND-Taste auf GND (29) geschaltet wurde.

2. VOLTS/DIV.-Drehgeberfunktion.
Mit jedem langen Betätigen der CHII -Taste wird die Funktion des VOLTS/DIV.-Drehknopfes umgeschaltet und mit der darüber befindlichen VAR-LED angezeigt. Leuchtet die VAR-LED nicht, kann mit dem Drehknopf der kalibrierte Ablenkkoeffizient von Kanal II verändert werden (1-2-5 Folge).

Wird die CHII -Taste lang gedrückt und leuchtet die VAR-LED, ist der VOLTS/DIV.-Drehknopf (18) als Feinsteller wirksam. Die kalibrierte Ablenkkoeffizienteneinstellung bleibt solange erhalten, bis der Drehknopf einen Rastschritt nach links gedreht wird. Daraus resultiert eine unkalibrierte Signalamplitudendarstellung (”Y2>...”) und die dargestellte Signalamplitude wird kleiner. Wird der Drehknopf weiter nach links gedreht, vergrößert sich der Ablenkkoeffizient. Ist die untere Grenze des Feinstellbereichs erreicht, ertönt ein akustisches Signal.

Wird der Drehknopf nach rechts gedreht, verringert sich der Ablenkkoeffizient und die dargestellte Signalamplitude wird größer, bis die obere Feinstellbereichsgrenze erreicht ist. Dann ertönt wieder ein akustisches Signal und die Signaldarstellung erfolgt kalibriert (”Y2:...”); der Drehknopf bleibt aber in der Feinsteller-Funktion.

Unabhängig von der Einstellung im Feinstellerbetrieb kann die Funktion des Drehknopfs jederzeit - durch nochmaliges langes Drücken der CHII -Taste - auf die Teilerschalter-funktion (1-2-5 Folge, kalibriert) umgeschaltet werden. Dann erlischt die VAR-LED und das möglicherweise noch angezeigte ” **>** ” Symbol wird durch ” **:** ” ersetzt.

3. Invertierung der Signaldarstellung von Kanal II (INV.).
Durch gleichzeitiges Drücken der Drucktasten DUAL-MENU (16) und CH II (19) wird zwischen nichtinvertierter und invertierter Darstellung des Signales von Kanal II umgeschaltet.

Bei eingeschalteter Invertierung zeigt das Readout einen waagerechten Strich über der Kanalangabe (Y2: ....) und es erfolgt eine um 180° gedrehte Signaldarstellung des an Kanal II anliegenden Signals.

(20) TRIG. MODE - Drucktasten.

Wird eine der beiden TRIG.MODE -Tasten betätigt, zeigt das Readout alle Triggerkopplungsarten mit einem Pulldown-Menü an (siehe „B: Menü-Anzeigen- und Bedienung“). Jeder folgende kurze Tastendruck schaltet die Triggerkopplung um.

Der Begriff Triggerkopplung beschreibt die Ankopplung des Triggersignals an die Triggereinrichtung.

AC - Wechselspannungsankopplung
DC - Gleichspannungsankopplung (Spitzenwerterfassung bei automatischer Triggerung abgeschaltet)
HF - Hochfrequenzankopplung mit Unterdrückung niederfrequenter Signalanteile (kein Triggerpunkt-Symbol)
LF - Niederfrequenzankopplung mit Unterdrückung hochfrequenter Signalanteile
TvL - TV-Triggerung durch Zeilen-Synchronimpulse (kein Triggerpunkt-Symbol)
TvF - TV-Triggerung durch Bild-Synchronimpulse (kein Triggerpunkt-Symbol
~ - Netzfrequenzankopplung (kein Triggerpunkt-Symbol).

Bei Netzfrequenz-Triggerung ist die TRIG. SOURCE-Taste (17) wirkungslos.

In einigen Betriebsarten, wie z.B. bei alternierender Triggerung, stehen nicht alle Triggerkopplungsarten zur Verfügung und sind daher nicht einschaltbar.

(21) DEL/TR. POS. - Drehknopf mit zugeordneter HO-LED.

Der Drehknopf hat mehrere Funktionen, die von der aktuellen Betriebsart abhängen.

Analogbetrieb.

1. Holdoffzeit:
Der DEL/TR. POS.-Drehknopf wirkt als Holdoff-Zeiteinsteller, wenn unverzögerter Zeitbasisbetrieb vorliegt. Bei minimaler Holdoff-Zeit ist die HO-LED nicht eingeschaltet. Wird der Drehknopf im Uhrzeigersinn gedreht, leuchtet die HO-LED und die Holdoff-Zeit vergrößert sich. Bei Erreichen der maximalen Holdoff-Zeit ertönt ein Signal. Sinngemäß verhält es sich, wenn in die entgegengesetzte Richtung gedreht wird und die minimale Holdoff-Zeit erreicht wurde (HO-LED erlischt).

Die letzte Holdoff-Zeiteinstellung wird automatisch auf den Minimalwert gesetzt, wenn eine andere Zeitbasiseinstellung gewählt oder auf verzögerten Zeitbasisbetrieb umgeschaltet wird. (Über die Anwendung der ”Holdoff-Zeiteinstellung” informiert der gleichnamige Absatz).

2. Verzögerungszeit:
Der DEL/TR. POS.-Drehknopf wirkt als Verzögerungszeit-Einsteller, wenn verzögerter Zeitbasisbetrieb vorliegt. Siehe DEL.MODE-ON/OFF (23).

Digitalbetrieb.

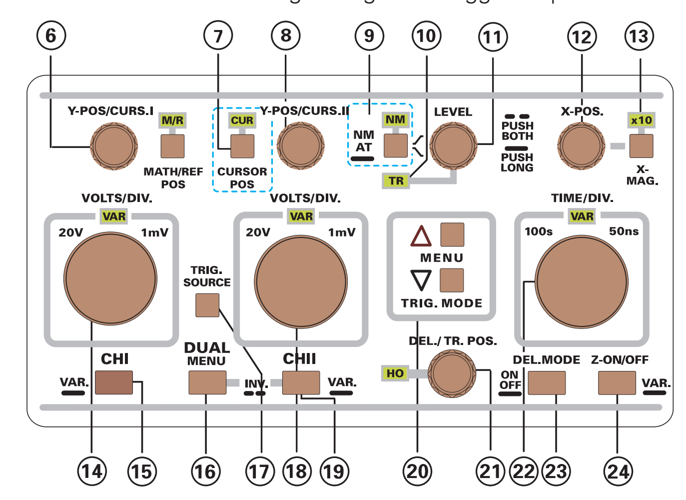
Im Digitalbetrieb kann mit dem Drehknopf die Pre- bzw. Post-Triggerzeit bestimmt werden, wenn eine Signaldarstellungssart vorliegt, die getriggerten Betrieb voraussetzt.

Dabei können sowohl einmalig auftretende, als auch sich ständig wiederholende (repetierende) Signale mit ihrer Vor- (Pre-Triggerung) oder Nachgeschichte (Post-Triggerung) erfasst werden. Der aktuelle Pre- bzw. Post-Trigger-Zeitwert wird durch das Readout rechts von den Triggerparametern angezeigt.

Da die Signalerfassung bei „rol“ (ROLL-Betrieb) und „XY“ unabhängig von der Triggerung erfolgt, gibt es dabei auch keine Pre- bzw. Post-Triggerung. Dann sind der DEL / TR. POS. Drehknopf und die Anzeige der Pre- bzw. Post-Triggerzeit abgeschaltet.

Trotz getriggerten Betriebs ist der Drehknopf auch abgeschaltet, wenn ein Zeitablenkkoeffizient im Bereich 100s/div bis 50ms/div vorliegt und die Signalerfassung im „rfr“- (REFRESH), „env“- (ENVELOPE) oder „avm“- (AVERAGE) Betrieb erfolgt. Es wird dabei automatisch eine kleine Pre-Triggerzeit vorgegeben und angezeigt. Größere Zeiten hätten eine drastisch reduzierte Aufnahmewiederholrate zur Folge. Die Pre- bzw. Post-Triggerzeit ist auch in diesem Zeitablenkkoeffizientenbereich einstellbar, wenn die Signaldarstellungsart „sgl“ (SINGLE) vorliegt.

Die folgende Beschreibung setzt voraus, daß die X-Dehnung (X-MAG. x10) abgeschaltet ist und die Signaldarstellung das Raster in X-Richtung vollständig ausfüllt (X-POS. abhängig). Außerdem muß eine Triggerart (Quelle, Kopplung) vorliegen, in welcher das Triggerpunktsymbol (+) angezeigt wird. Der Begriff Triggerpunkt beinhaltet bei Digitalbetrieb den Triggerpegel und den auf die Zeitablenkung bezogenen Triggerzeitpunkt.



Pre-Triggerung

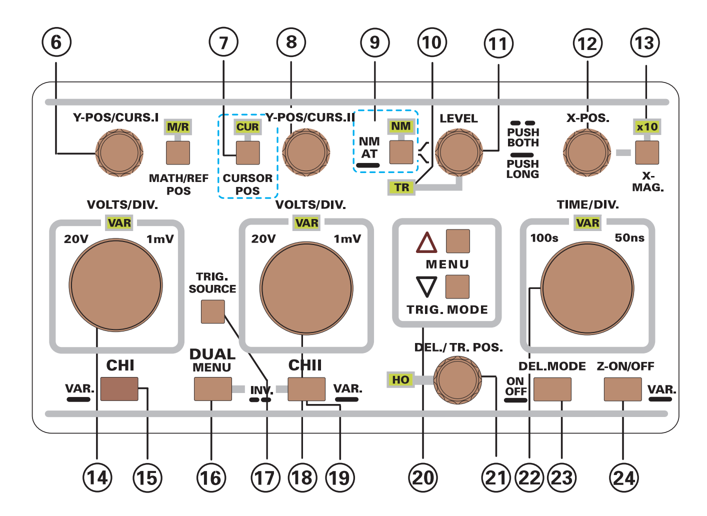
In der folgenden Beschreibung wird davon ausgegangen, daß zunächst weder Pre- noch Post-Triggerung vorliegen und folglich der Triggerzeitpunkt mit „0s“ angezeigt wird. Die Signalaufzeichnung beginnt dann, wie bei einem Analog-Oszilloskop bzw. wie im Analogbetrieb, am linken Rasterrand.

Wird der Knopf nach rechts gedreht, erhöht sich der Triggerzeitpunkt-Anzeigewert kontinuierlich und das Triggerpunktsymbol (+) bewegt sich nach rechts, bis die Endstellung akustisch signalisiert wird. Dann wird nur noch die Signalvorgeschichte angezeigt; d.h., die Aufzeichnung endet mit dem Triggerereignis. Die Dauer der erfaßten Vorgeschichte hängt somit vom Zeitkoeffizienten und dem Pre-Triggerwert ab. Sie beträgt maximal das 10,2fache des Zeit-Ablenkkoeffizienten und

ergibt beispielsweise bei 1µs/div. eine maximale Vorgeschichte von 10,2µs; wovon 10µs über 10div Meßraster anzeigbar sind.

Es lassen sich alle Werte zwischen „Null" und „Maximum" einstellen. Signalteile links vom Triggerpunktsymbol gehören zur Vorgeschichte; rechts davon wird der Signalverlauf nach dem Triggerereignis angezeigt.

Post-Triggerung
Die folgende Beschreibung setzt voraus, daß zunächst weder Pre- noch Post-Triggerung vorliegen und der Triggerzeitpunkt mit „0s" angezeigt wird. Gleichzeitig soll X-POS soweit nach rechts gedreht sein, daß das Triggerpunktsymbol mit dem „+" Zeichen angezeigt wird.



Durch Linksdrehen des DEL / TR. POS. Knopfes wird der Triggerzeitpunkt nach links aus dem Raster geschoben. Dabei ändert sich das Symbol und es wird ein nach links zeigender Pfeil angezeigt. Gleichzeitig vergrößert sich der Triggerzeitpunkt-Anzeigewert, der unter diesen Bedingungen (Post-Triggerung) durch ein negatives Vorzeichen („-") gekennzeichnet ist. Ist die maximale Post-Triggerzeit erreicht, ertönt beim Erreichen der Drehknopfendstellung ein akustisches Signal.

Beträgt der Zeit-Ablenkkoeffizient 1µs/div und wird der Triggerzeitpunkt mit „-10µs" angezeigt, liegen zwischen dem Triggerzeitpunkt und dem Anfang der Darstellung auf dem Bildschirm 10µs. Der Signalverlauf innerhalb dieser Zeitspanne wird nicht dargestellt, aber die darauf folgenden 10µs.

(22) TIME/DIV. – Drehknopf mit zwei Funktionen.

Analogbetrieb.

22.1. Zeit-Ablenkkoeffizient.
Leuchtet die oberhalb des Drehknopfes befindliche VAR-LED nicht, wirkt der Drehknopf als Zeitbasisschalter für die unverzögerte oder die verzögerte Zeitbasis. Die Zeit-Ablenkkoeffizientenumschaltung erfolgt in 1-2-5 Folge; dabei ist die Zeitbasis kalibriert. Linksdrehen vergrößert und Rechtsdrehen verringert den Zeit-Ablenkkoeffizienten.

Der Zeitablenkkoeffizient wird oben links im Readout angezeigt (z.B. „500ns").

Ohne X-Dehnung x10 können - abhängig von der Zeitbasisbetriebsart - folgende Zeit-Ablenkkoeffizienten gewählt werden, wenn X-MAG. x10 abgeschaltet ist:

22.1.1 Unverzögerte Zeitbasis von 500ms/div. (größter) bis 50ns/div. (kleinster).

22.1.2 Verzögerte Zeitbasis von maximal 20ms/div. bis 50ns/div. Anmerkung: Die Einstellung der unverzögerten Zeitbasis bestimmt den höchsten Wert der unverzögerten Zeitbasis, wenn die unverzögerte Zeitbasis auf Ablenkkoef-fizienten zwischen 20ms/div. bis 50ns/div. eingestellt ist.

22.2. Zeit-Feinsteller.
Leuchtet die VAR LED, wirkt der Drehknopf als Feinsteller. Siehe (24).

Achtung: Bei XY-Betrieb in Verbindung mit Analogbetrieb ist der Drehknopf ohne Wirkung, da dann die Zeitbasis abgeschaltet ist.

Digitalbetrieb

22.3. Zeit-Ablenkkoeffizient im Yt (Zeitbasisbetrieb).
Grundsätzlich können Zeitablenkkoeffizienten von 100s/div. bis 100ns/div. eingestellt werden; es gibt aber Abhängigkeiten von der Signaldarstellungsart und der Kanalbetriebsart. Die Schaltfolge ist 1-2-5.

Wie beim Analogbetrieb wird oben links im Readout der Ablenkkoeffizient angezeigt (z.B. „500ns"). Unter dem Ablenkkoeffizienten werden ergänzende Informationen gegeben, die folgende Bedeutung haben:

„**r**"
wird in den Zeitbasisstellungen angezeigt, in denen die Signalerfassung mit Random-Sampling erfolgt. Es ermöglicht die Erfassung und Darstellung von Signalen mit höheren Frequenzen als bei Echtzeiterfassung, setzt aber sich kontinuierlich wiederholende Signale voraus. Bei der Einzelereigniserfassung (SINGLE) stehen diese Zeitbasisstellungen nicht zur Verfügung.

„ **....S**"
zeigt die Abtastrate an, mit der die Analog/Digital-Wandlung des Meßsignals erfolgt. Die Abtastrate wird, bezogen auf die Anzahl der Abtastvorgänge (Wandlungsvorgänge), in einer Sekunde angegeben.

„**!**"
signalisiert bei Random-Sampling, daß die Erfassung noch nicht abgeschlossen ist.

„**a**"
wird nur im DUAL-Betrieb angezeigt, wenn die Signalerfassung alternierend erfolgt. In diesem Fall erfolgt die Analog/Digital-Wandlung mit beiden A/D-Wandlern, die abwechselnd erst das Signal eines Kanals vollständig erfassen und anschließend das des anderen Kanals.

„**AL?**"
ersetzt die zuvor beschriebenen Anzeigen und warnt vor sogenannten „Alias"-Signaldarstellungen. Sie entstehen, wenn ein Signal während einer Periode mit weniger als 2 Abtastungen erfaßt wird, was zu einer verfälschten Signaldarstellung führt.

22.3.1. Zeit-Ablenkkoeffizientenbereiche

22.4. Abtastraten im XY-Betrieb.
Auch im XY-Digitalbetrieb muß eine Analog/Digital-Wandlung der Meßsignale erfolgen. Die Wandlungshäufigkeit (Abtastrate) ist mit dem TIME/DIV Drehknopf zu wählen und wird oben links im Readout angezeigt.

 Änderungen vorbehalten

Es ist empfehlenswert, die Signale erst im DUAL-Betrieb zu erfassen und einen geeigneten Zeit-Ablenkkoeffiziente zu wählen, bei dem das höherfrequente Signal mit mindestens einer Signalperiode angezeigt wird. Danach kann auf XY-Betrieb umgeschaltet werden.

Je größer der Frequenzunterschied zwischen beiden Signalen ist, desto problematischer ist XY-Digitalbetrieb. Die beste Darstellungsqualität gibt es im Analogbetrieb.

(23) DEL.MODE-ON/OFF – Drucktaste mit mehreren Funktionen.

Alle Funktionen stehen nur im Analogbetrieb zur Verfügung!

ON/OFF-Funktion.
Mit einem langen Tastendruck kann zwischen verzögertem und unverzögertem Zeitbasisbetrieb gewählt werden. Der verzögerte Zeitbasisbetrieb ermöglicht eine in X-Richtung gedehnte Signaldarstellung, wie sie sonst nur mit einer zweiten Zeitbasis möglich ist.

Die aktuelle Betriebsart wird mit dem Readout angezeigt:

1. Bei unverzögertem Zeitbasisbetrieb wird rechts von der Triggerkopplungs-Anzeige weder „sea“, „del“ noch „dTr“ angezeigt. Liegt Z-Modulation vor, zeigt das Readout an der Position den Buchstaben „Z“ an.

2. Verzögerter Zeitbasisbetrieb liegt vor, wenn rechts von der Triggerkopplungs-Anzeige „sea“, „del“ oder „dTr“ angezeigt wird. Z-Modulation ist bei verzögertem Zeitbasisbetrieb automatisch abgeschaltet.

Liegt unverzögerter Zeitbasisbetrieb vor und wird mit einem langen Tastendruck auf verzögerten Zeitbasisbetrieb umgeschaltet, zeigt das Readout immer „sea“ an; d.h. das immer erst „search“ (Suchen) vorliegt.

Mit dem nächsten kurzen Tastendruck wird ein Pulldown-Menü angezeigt und es kann mit jedem kurzen Tastendruck auf die nächste Betriebsart umgeschaltet werden.

Die folgende Beschreibung setzt voraus, daß der Strahlstart am linken Rasterrand erfolgt, die X-MAG. x10 Funktion abgeschaltet ist und der in X-Richtung zu dehnende Signalteil angezeigt wird. Die Triggerbedingungen müssen für das darzustellende Signal im unverzögerten Zeitbasisbetrieb erfüllt sein; das erfolgt u.a. mit der ersten Triggereinrichtung.

Funktionen

„**sea**“:
Bei „sea“ (SEARCH-Betrieb) wird automatisch auf minimale Holdoff-Zeit geschaltet und ein Teil der Darstellung (am linken Rasterrand beginnend) ist nicht mehr sichtbar. Anschließend wird der Strahl hellgetastet (sichtbar), bis er den rechten Rasterrand erreicht hat. Die Position des sichtbaren Strahlanfangs läßt sich mit dem DEL.POS.-Einsteller (21) verändern (ca. 2 div. bis 7 div., bezogen auf den linken Rasterrand)). Liegen Zeit-Ablenkkoeffizienten zwischen 500ms/div. und 50ms/div. vor, wird automatisch auf 20ms/div umgeschaltet. Beträgt der Zeit-Ablenkkoeffizient 50ns/div. erfolgt die Umschaltung auf 100ns/div.
Der dunkelgetastete Bereich dient als Anzeige für die Verzögerungszeit, die unter diesen Bedingungen „gesucht“ (search) wird. Die Verzögerungszeit bezieht sich auf die aktuelle Zeit-Ablenkkoeffizienteneinstellung und kann mit dem TIME/DIV.-Drehknopf auch grob eingestellt werden (Bereich 20ms/div. bis 100ns/div.).

„**del**“:
Nach dem von „sea“ auf „del“ (DELAY = verzögert) umgeschaltet wurde, beginnt die Signaldarstellung am linken Rasterrand. Dort befindet sich dann der Signalteil, bei dem zuvor im „sea“ (SEARCH)-Betrieb die Signaldarstellung (Helltastung) einsetzte. Mit Rechtsdrehen des TIME/DIV.-Drehknopfes kann nun der Zeit-Ablenkkoeffizient verkleinert und die Signaldarstellung in X-Richtung gedehnt werden. Geht dabei der interessierende Signalteil über den rechten Bildrand hinaus, kann er (innerhalb gewisser Grenzen) mit dem DEL.POS.-Einsteller (21) wieder sichtbar gemacht werden. Die Vergrößerung des Zeit-Ablenkkoeffizienten über den bei „sea“ (SEARCH) benutzten Wert hinaus wird nicht ermöglicht, da nicht sinnvoll.

Im „del“ (DELAY)-Betrieb löst ein Triggerereignis die Strahlablenkung nicht sofort aus, wie das im unverzögerten Zeitbasisbetrieb der Fall ist, sondern startet erst die Verzögerungszeit. Nach dem die mit dem DEL.POS.-Drehknopf gewählte Verzögerungszeit abgelaufen ist,

Signaltyp	Kanal-Betriebsart	Signaldarstellung (rfr: Refresh, avm: Average, env: Envelope)	Signal-erfassung	Post-/Pre-Triggerung	Zeitbasis (div).	Abtastrate (Samples/ Sekunde)
einmalig auftretend	Einkanal	SINGLE	Echtzeit	ja	100s – 2µs	2Sa – 100MSa
	DUAL	SINGLE	Echtzeit	ja	100s – 5µs	2Sa – 40MSa
	Addition	SINGLE	Echtzeit	ja	100s – 2µs	2Sa – 100MSa
repetierend	Einkanal	rol (Roll)	Echtzeit	ungetriggert	100s – 50ms	2Sa – 4kSa
	DUAL	rol (Roll)	Echtzeit	ungetriggert	100s – 50ms	2Sa – 4kSa
	Addition	rol (Roll)	Echtzeit	ungetriggert	100s – 50ms	2Sa – 4kSa
repetierend	Einkanal	rfr,avm oder env	Echtzeit	nein (0%)	100s – 50ms	2Sa – 4kSa
	DUAL	rfr,avm oder env	Echtzeit	nein (0%)	100s – 50ms	2Sa – 4kSa
	Addition	rfr,avm oder env	Echtzeit	nein (0%)	100s – 50ms	2Sa – 4kSa
repetierend	Einkanal	rfr,avm oder env	Echtzeit	ja	20ms – 2µs	10kSa – 100MSa
	DUAL	rfr,avm oder env	Echtzeit	ja	20ms – 2µs	10kSa – 100MSa
	Addition	rfr,avm oder env	Echtzeit	ja	20ms – 2µs	10kSa – 100MSa
repetierend	Einkanal	rfr	Random	ja	1µs – 100ns	200MSa – 2GSa *
	DUAL	rfr	Random	ja	1µs – 100ns	200MSa – 2GSa *
	Addition	rfr	Random	ja	1µs – 100ns	200MSa – 2GSa *
repetierend	XY	rfr	Echtzeit	ungetriggert	n.a.	2Sa – 40MSa

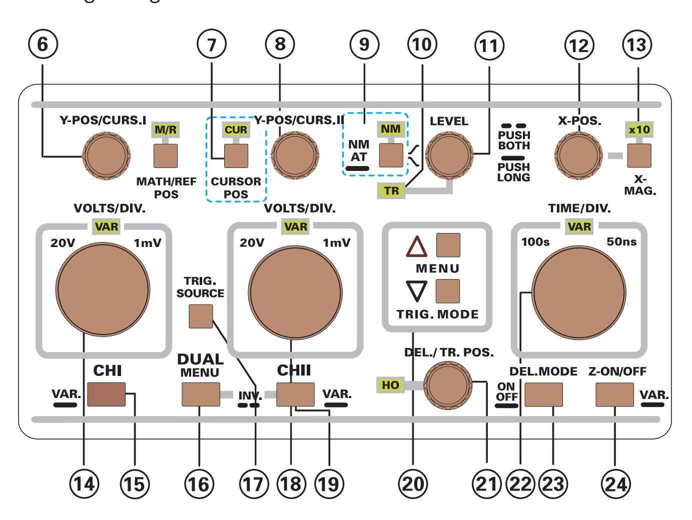
Anmerkungen:
1.)* kennzeichnet relative Abtastraten
2.) repetierend steht für sich ständig wiederholende (periodische) Signale

wird sofort die Strahlablenkung ausgelöst. Es ist dabei keine zum Triggern geeignete Signaländerung erforderlich; d.h. die verzögerte Signaldarstellung kann mitten auf dem Dach eines Rechteckimpulses beginnen.

„dTr“:
Die Umschaltung von „del“ auf „dTr“ (DELAY + Triggerung = Verzögerung und Triggerung) schaltet eine zweite Triggereinrichtung ein. Bei ihr sind Normaltriggerung und DC-Triggerkopplung fest vorgegeben. Die zuvor wirksamen Einstellungen der ersten Triggereinrichtung (automatische- / Normaltriggerung (9), Trigger-LEVEL (11), Triggerflanke (9) und Triggerkopplung (20)) bleiben erhalten.

Der Trigger-LEVEL-Einsteller (11) und die Triggerflankenwahl (9) beeinflussen die zweite Triggereinrichtung. Sie können so eingestellt werden das, nachdem die Verzögerungszeit abgelaufen ist, der zum Nachtriggern benutzte Signalteil die Triggerung auslöst. Erfolgt dies nicht, bleibt der Bildschirm dunkel. Die „TR“-LED (10) kann dabei weiter leuchten, da sie sich nur auf die erste Triggereinrichtung bezieht.

Der DEL.POS.-Einsteller (21) ist auch bei „dTr“ wirksam. Bei einfachen periodischen Signalen (Sinus, Dreieck und Rechteck) ist seine Wirkung allerdings fast nicht wahrnehmbar, da dann nur zwischen der Darstellung unterschiedlicher Perioden desselben Signals gewählt wird. Die Wirkung ist bei der Darstellung komplexer Signale gut zu erkennen und ist dann auch sinnvoll.



(24) Z-ON/OFF - VAR. - Drucktaste mit zwei Funktionen.

Alle Funktionen stehen nur im Analogbetrieb zur Verfügung!

Z-ON/OFF: Mit einem kurzen Tastendruck kann die Funktion der TRIG. EXT.-Buchse (30) geändert werden. Die Buchse kann als externer Triggereingang oder als Z (Strahlhelligkeit)- Modulationseingang dienen. In Verbindung mit „externer Triggerung“, „verzögerter Zeitbasisbetrieb“ („sea“, „del“ oder „dTr“) oder „Component Tester“-Betrieb wird die Z-Modulation nicht ermöglicht bzw. automatisch abgeschaltet.

Z-Modulation liegt vor, wenn rechts von der Triggerkopplungs-Anzeige „Z“ angezeigt wird. Mit 0 Volt am Eingang bleibt der Strahl hellgetastet; +5 Volt bewirken die Dunkeltastung des Strahls. Höhere Spannungen als +5V zur Strahlmodulation sind unzulässig.

VAR.-Funktion: Mit einem langen Tastendruck ändert sich die Funktion des TIME/DIV. Drehknopfes.

Der TIME/DIV. Drehknopf kann als Zeit-Ablenkkoeffizienten-Schalter oder als Zeit-Feinsteller arbeiten. Angezeigt wird dieses mit der VAR -LED. Leuchtet die VAR-LED, wirkt der Drehknopf als Feinsteller, wobei die Zeitbasis zunächst noch kalibriert ist. Mit einem Rastschritt nach links erfolgt die Zeitablenkung unkalibriert. Im Readout wird dann z.B. anstelle von "20ms" nun ">20ms" angezeigt.

Mit weiterem Linksdrehen vergrößert sich der Zeit-Ablenkkoeffizient (unkalibriert), bis das Maximum akustisch signalisiert wird. Wird der Drehknopf dann nach rechts gedreht, erfolgt die Verkleinerung des Ablenkkoeffizienten, bis das Signal erneut ertönt. Dann ist der Feinsteller in der kalibrierten Stellung und das ">" Symbol wird nicht mehr angezeigt.

Unabhängig von der Einstellung im Feinstellerbetrieb, kann die Funktion des Drehknopfs jederzeit - durch nochmaliges langes Drücken der VAR. -Taste - auf die kalibrierte Zeitbasisschalterfunktion umgeschaltet werden. Dann erlischt die VAR-LED.

Im untersten Feld der großen Frontplatte befinden sich BNC-Buchsen und zwei Drucktasten, sowie eine 4 mm Buchse für Bananenstecker.

(25) INPUT CH I (X) – BNC-Buchse.

Diese Buchse dient als Signaleingang für den Meßverstärker von Kanal I . Der Außenanschluß der Buchse ist galvanisch mit dem (Netz-) Schutzleiter verbunden. Dem Eingang ist die Drucktaste (26) zugeordnet.

Bei XY-Betrieb ist der Eingang auf den X-Meßverstärker geschaltet.

(26) AC/DC/GND – x1/x10 - Drucktaste mit zwei Funktionen.

AC/DC/GND: Liegt eine Kanalbetriebsart vor, bei der Kanal I wirksam ist, wird mit einem kurzen Tastendruck ein Pulldown-Menü sichtbar; es zeigt „AC“ (Wechselspannung), „DC“ (Gleichspannung) und „GND“ (abgeschalteter Eingang) an. Die aktuelle Art der Signalankopplung wird mit größerer Helligkeit angezeigt. Mit jedem kurzen Tastendruck wird die Signalankopplung im Pulldown-Menü umgeschaltet.

Nachdem das Pulldown-Menü nicht mehr sichtbar ist, wird die aktuelle Einstellung mit dem Readout im Anschluß an den Ablenkkoeffizienten mit dem „~“, „=“ oder „GND“ angezeigt.

Bei „GND“ (ground) kann das am Signaleingang anliegende Signal keine Strahlablenkung bewirken und es wird im Yt-Betrieb mit automatischer Triggerung nur eine in Y-Richtung unabgelenkte Strahllinie dargestellt („0 Volt“-Strahl-position); bei XY-Betrieb erfolgt keine X-Ablenkung. Das Readout zeigt "0 Volt"-Strahlposition durch Symbole an (Yt: ^ ; XY: ein Pfeil in der unteren Rasterzeile), ohne das auf „GND“ geschaltet werden muß. Siehe Y-POS/CURS.I (6).

In Stellung „GND“ ist der VOLTS/DIV.-Drehknopf (14) abgeschaltet.

x1/x10 Tastteilerfaktor:
Mit einem langen Tastendruck kann der im Readout angezeigte Ablenkkoeffizient von Kanal 1 zwischen 1:1 und 10:1 umgeschaltet werden. Ein angeschlossener 10:1 Tastteiler wird bei der Ablenkkoeffizientenanzeige und der cursorunterstützten Spannungsmessung berücksichtigt,

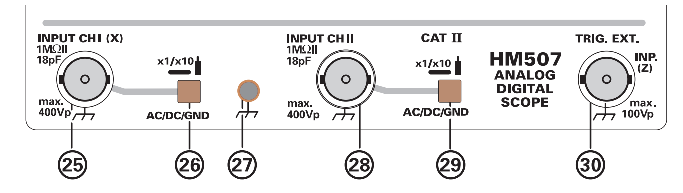
wenn vor dem Ablenkkoeffizienten ein Tastkopfsymbol angezeigt wird (z.B. "Tastkopfsymbol, Y1....").

Achtung!
Wird ohne Tastteiler gemessen (1:1), muß das Tastkopfsymbol abgeschaltet sein; andernfalls erfolgt eine falsche Ablenkkoeffizientenanzeige und daraus resultierend falsche Spannungswerte bei cursor-unterstützer Spannungsmessung.

(27) Massebuchse

Die Buchse ist für Bananenstecker mit einem Durchmesser von 4 mm bestimmt und galvanisch mit dem (Netz-) Schutzleiter verbunden.

Die Buchse dient als Bezugspotentialanschluß bei CT („Component-Tester"-Betrieb), kann aber auch bei der Messung von Gleichspannungen bzw. niederfrequenten Wechselspannungen als Meßbezugspotentialanschluß benutzt werden.



(28) INPUT CH II – BNC-Buchse.

Diese Buchse dient als Signaleingang für den Meßverstärker von Kanal II. Der Außenanschluß der Buchse ist galvanisch mit dem (Netz) Schutzleiter verbunden.

Bei XY-Betrieb ist der Eingang auf den Y-Meßverstärker geschaltet. Dem Eingang sind die im Folgenden aufgeführten Drucktasten zugeordnet:

(29) AC/DC/GND – x1/x10 - Drucktaste mit zwei Funktionen.

AC/DC/GND: Liegt eine Kanalbetriebsart vor, bei der Kanal II wirksam ist, wird mit einem kurzen Tastendruck ein Pulldown-Menü sichtbar; es zeigt „AC" (Wechselspannung), „DC" (Gleichspannung) und „GND" (abgeschalteter Eingang) an. Die aktuelle Art der Signalankopplung wird mit größerer Helligkeit angezeigt. Mit jedem kurzen Tastendruck wird die Signalankopplung im Pulldown-Menü umgeschaltet.

Nachdem das Pulldown-Menü nicht mehr sichtbar ist, wird die aktuelle Einstellung mit dem Readout im Anschluß an den Ablenkkoeffizienten mit dem „~", „=" oder „GND" angezeigt.

Bei „GND" (ground) kann das am Signaleingang anliegende Signal keine Strahlablenkung bewirken und es wird im Yt-Betrieb mit automatischer Triggerung nur eine in Y-Richtung unabgelenkte Strahllinie dargestellt („0 Volt"-Strahlposition); bei XY-Betrieb erfolgt keine Y-Ablenkung. Das Readout zeigt "0 Volt"-Strahlposition durch Symbole an (Yt: ^ , XY: ein Pfeil in der rechten Rasterzeile), ohne das auf „GND" geschaltet werden muß. Siehe Y-POS/CURS.II (8).

In Stellung „GND" ist der VOLTS/DIV.-Drehknopf (18) abgeschaltet.

x1/x10 Tastteilerfaktor:
Mit einem langen Tastendruck kann der im Readout angezeigte Ablenkkoeffizient von Kanal 1 zwischen 1:1 und 10:1 umgeschaltet werden. Ein angeschlossener 10:1 Tastteiler wird bei der Ablenkkoeffizientenanzeige und der cursorunterstützten Spannungsmessung berücksichtigt, wenn vor dem Ablenkkoeffizienten ein Tastkopfsymbol angezeigt wird (z.B. "Tastkopfsymbol, Y1....").

(30) TRIG. EXT - INP. (Z). - BNC-Buchse mit Doppelfunktion.

Die Eingangsimpedanz beträgt ca. 1MΩ II 20pF. Der Außen-anschluß der Buchse ist galvanisch mit dem (Netz-) Schutz-leiter verbunden.

Mit kurzem Betätigen der Z-ON/OFF – VAR. Taste (24) kann die Funktion der TRIG. EXT.-Buchse (30) geändert werden. Die Buchse kann als externer Triggereingang oder als Z (Strahlhelligkeit)- Modulationseingang dienen.

TRIG. EXT.:
Die BNC-Buchse ist nur dann als Signaleingang für (externe) Triggersignale wirksam, wenn das Readout als Triggerquelle „ext" anzeigt. Die Triggerquelle wird mit der TRIG. SOURCE-Drucktaste (17) bestimmt

Nur im Analogbetrieb:

Z-Input.
Z-Modulation liegt vor, wenn rechts von der Trigger-kopplungs-Anzeige „Z" angezeigt wird. In Verbindung mit „externer Triggerung", „verzögertem Zeitbasisbetrieb" („sea", „del" oder „dTr") oder „Component Tester"-Betrieb wird die Z-Modulation wird nicht ermöglicht bzw. automatisch abgeschaltet.

Die Dunkeltastung des Strahls erfolgt durch High-TTL-Pegel (positive Logik). Es sind keine höheren Spannungen als +5V zur Strahlmodulation zulässig.

Unter der Strahlröhre befinden sich die Cursor-, Kalibrator- und Komponententest-Bedienelemente, sowie 2 Buchsen.

(31) MAIN MENU – READOUT - Drucktaste.

MAIN MENU. Ein kurzer Tastendruck bewirkt die Anzeige des MAIN MENU (Hauptmenü). Es enthält die Untermenüs ADJUSTMENT und SETUP & INFO, die weitere Untermenüs beinhalten.

Eine Beschreibung des Menüs ist unter „E: MAIN MENU" zu finden.

Die Menüauswahl und andere Bedienfunktionen sind unter „B: Menü-Anzeigen und -Bedienung" in diesem Teil der Bedienungsanleitung beschrieben, obwohl sie durch die Readoutanzeigen selbsterläuternd sind.

READOUT.
Mit einem langen Tastendruck läßt sich das READOUT ein- oder ausschalten. Durch das Ausschalten des Readout lassen sich Interferenzstörungen, wie sie in ähnlicher Form auch beim gechoppten DUAL-Betrieb auftreten können, vermeiden. Leuchtet die **"RO"**-LED und wird das Readout abgeschaltet, erlischt sie und die **"A"**-LED leuchtet.

Das Readout wird automatisch eingeschaltet, wenn das Oszilloskop eingeschaltet wird.

(32) MEASURE - SET - Drucktaste mit Doppelfunktion.

MEASURE: Ein kurzer Tastendruck schaltet auf das Menü „AUTO MEASURE", wenn zuvor keine CURSOR-Linien angezeigt wurden. Andernfalls wird das Menü „CURSOR MEASURE" angezeigt. Das An- bzw. Abschalten der CURSOR-Linien wird mit der ON/OFF-Funktion der SELECT – ON/OFF-Taste (34) vorgenommen.

Anwendbarkeit von Meßfunktionen
Meßfunktionen, in Verbindung mit Betriebsarten die diese Funktionen nicht unterstützen, werden angezeigt, aber anstelle des Meßwerts zeigt das Readout „n/a“ (nicht anwendbar). Beispiel: Dt – Messung bei XY-Betrieb bedingt die Anzeige „Dt: n/a“.

Unkalibrierte Einstellungen / Überbereichsanzeige
Ist der Ablenkkoeffizient unkalibriert, wird dies mit dem Readout angezeigt (z.B. Y1>2V= oder >500µs). Liegt eine Meßfunktion vor, die sich auf einen unkalibrierten Ablenkkoeffizienten bezieht, führt das zu einer Meßwertanzeige mit vorangestelltem „>“ oder „<“ Zeichen.

Meßbereichsüberschreitungen werden ebenfalls mit dem „>“ Zeichen vor dem Meßwert signalisiert.

Nichtausführbarkeit von Messungen
Anstelle des Meßwerts wird ein „?“ angezeigt, wenn die Meßeinheit keinen sinnvollen Meßwert findet (z.B. Frequenzmessung ohne Signal).

32.1 AUTO MEASURE:
Die Tabelle zeigt alle Menüpunkte, Quellen und Anzeigemöglichkeiten. Ihre Verfügbarkeit hängt von der aktuellen Betriebsart ab.

Spannungsmessungen werden nur ermöglicht, wenn AC- oder DC-Triggerkopplung vorliegt. Gleichspannungsmessungen setzen DC-Eingangskopplung voraus. Das gilt auch für Gleichspannungsanteile von Mischspannungen.

Um Meßfehler zu vermeiden, muß sich die Signaldarstellung innerhalb des Rasters befinden; d.h. es darf keine Übersteuerung erfolgen.

Triggersignal bezogene Messungen:
Bei höherfrequenten Meßsignalen ist das Frequenzgangverhalten des benutzten Triggerverstärkers zu berücksichtigen; d.h. die Meßgenauigkeit nimmt mit zunehmender Frequenz ab. Bezogen auf die Signaldar-stellung gibt es ebenfalls Abweichungen, da die Frequenz-gänge der Y-Meßverstärker von denen der Triggerver-stärker abweichen.

Beim Messen sehr niederfrequenter Wechselspannungen (< 20Hz) folgt die Anzeige dem Spannungsverlauf. Handelt es sich um Impulsspannungen, kommt es zu Abweichungen des angezeigten Meßwerts. Die Höhe der Abweichung hängt vom Tastverhältnis des Meßsignals und der gewählten Triggerflanke (/ \ (9)) ab.

Frequenz- und Periodenmessungen setzen voraus, daß die Triggerbedingungen erfüllt sind (TR-LED (10) leuchtet) und bei Signalen unter 20Hz Normaltriggerung vorliegt. Sehr niederfrequente Signale erfordern eine Meßzeit von mehreren Sekunden.

Signalspeicher (Digital-Speicherbetrieb) bezogene Messungen:
Mit Ausnahme des Referenzsignals und des Mathe-.matiksignals in Verbindung mit Additionsbetrieb, kann jedes angezeigte Signal als Quelle für die Meßanzeige gewählt werden. Der Meßwert wird aus den gespeicherten 8 Bit Daten (Speicherinhalt) berechnet. Im Gegensatz zu Analogsignal (Triggersignal) basierten Messungen, ergeben sich daraus z.T. verringerte Meßgenauigkeiten.

Mittelwert- („avg“) und Effektivwert- („rms“) Berechnungen setzen voraus, daß mindestens eine Signalperiode angezeigt wird und kein komplexes Signal vorliegt. Komplexe Signale müssen mit CURSOREN gemessen werden, um das jeweilige Teilsignal (1 Signalperiode) bestimmen zu können (CURSOR MEASURE).

AUTO MEASURE

		Operating Mode			Measuring source		Measuring source Source selection			
Item	**Measouring mode**	**Ana-log**	**Digi-tal**	**Measuring Fuction**	**Trigger Signal 1)**	**Memory Content 3)**	**TRIG. SOURCE button 2)**	**SOURCE button 4)**	**UNIT - button 35)**	**Remark**
32.1.1.1	DC	■		dc voltage / peak to peak	Y1, Y2,		Y1, Y2,		dc, pp	not in combination with HF-, LF- or~(line/mains) trigger coupling
32.1.1.2	DC		■		Y1, Y2,		Y1, Y2,		dc, pp	
32.1.2.1	Counter	■		frequency / period	Y1, Y2, ext		Y1, Y2, ext		f, T	**1.** trigger condition must be met. **2.** LEVEL determines the Y measuring position **3.** higher accuracy as under 32.1.3, 32.1.4.
32.1.2.2	Counter		■	frequency / period	Y1, Y2, ext		Y1, Y2, ext		f, T	
32.1.3	Frequency		■	frequency / period		CH1, CH2, ADD, MATx		Y1, Y2, Y, M	f, T	**1.** at minimum 1 period requiered (XMag x1); else "?" **2.** in case of complex signals use CURSOR MEASURE
32.1.4	Period		■	frequency / period		CH1, CH2, ADD, MATx		Y1, Y2, Y, M	T, f	
32.1.5.1	Peak +	■		positive peak value	Y1, Y2, ext		Y1, Y2, ext		p+, p-	**1.** in respect to 0 Volt. **2.** not in combination with HF-,LF- or~ (line/mains) trigger coupling **3.** dc input coupling required for dc content
32.1.5.2	Peak +		■	positive peak value		CH1, CH2, ADD, MATx		Y1, Y2, Y, M	p+, p-	
32.1.6.1	Peak -	■		negative peak value	Y1, Y2, ext		Y1, Y2, ext		p-, p+	
32.1.6.2	Peak -		■	negative peak value		CH1, CH2, ADD, MATx		Y1, Y2, Y, M	p-, p+	
32.1.7.1	Peak Peak	■		difference possitive to negative peak value	Y1, Y2, ext		Y1, Y2, ext		pp, dc	not in combination with HF-, LF- or ~ (line/mains) trigger coupling
32.1.7.2	Peak Peak		■			CH1, CH2, ADD, MATx		Y1, Y2, Y, M	pp, dc	
32.1.8.1	Trigger Level	■		trigger threshold display	LEVEL control		Y1, Y2,		V, Div	**1.**input voltage in respectto GND. **2.**not in combination with HF-, TvL-, TvF- or ~ trigger coupling
32.1.8.2	Trigger Level		■				Y1, Y2,		V, Div	
32.1.9	rms		■	root mean square value		CH1, CH2, ADD, MATx		Y1, Y2, Y, M	avg, rms	**1.** in respect to GND. **2.** dc input coupling required for dc condent. **3.** minimum 1 period.
32.1.10	avg		■	mean(average) value		CH1, CH2, ADD, MATx		Y1, Y2, Y, M	avg, rms	
32.1.11	Off									no autom. measurement and display

1) Auflistung aller möglichen Signalquellen, deren Verfügbarkeit abhängig von der Betriebsart ist:
Y1 = Triggersignal am Ausgang des Triggerverstärkers Kanal I.
Y2 = Triggersignal am Ausgang des Triggerverstärkers Kanal II.
ext. = Triggersignal am Ausgang des Extern-T riggerverstärkers.
2) Meßsignalauswahl (Triggerquelle): Bezeichnungen wie unter Punkt 1).
3) Auswertbare Signaldarstellungen: CH1 = Kanal I, CH2 = Kanal II, ADD = Signaldarstellung im Additionsbetrieb und MATx = Mathematiksignal.
4) Signalauswahl (Speicherinhalt): Y1 = Kanal I, Y2 = Kanal II, Y = ADD und M = Mathematiksignal.

32.2 CURSOR MEASURE:
Das Menü wird angezeigt, wenn die CURSOR-Linien angezeigt werden und die MEASURE-SET-Taste kurz gedrückt wird. Die Meßergebnisse der diversen Menüpunkte beziehen sich auf die CURSOR-Linien, die auf die Signaldarstellung bezogen eingestellt werden.

Mit den Y-POS/CURS.I- bzw. Y-POS/CURS.II-Einstellern können die CURSOR-Linien positioniert werden, wenn die CURSOR POS-LED (7) leuchtet. Die CURSOR-Linien sind dann mit „I" und „II" gekennzeichnet und zeigen damit an, welcher Einsteller für sie zuständig ist. Bei mehr als zwei CURSOR-Linien bzw. zusätzlich angezeigten „+"-Symbolen, kann mit der SELECT-Funktion (34) bestimmt werden, welche CURSOR-Linie bzw. welches „+"-Symbol mit „I" und „II" gekennzeichnet wird. Mit der SELECT-Funktion (34) können zwei CURSOR-Linien bzw. „+"-Symbole auch gleichzeitig mit „I" oder „II" gekennzeichnet sein. Dann liegt Track-Betrieb vor und der Einsteller ändert die Position gleichzeitig.

Beim Messen von Signalamplituden kann mit der SOURCE (33) Taste bestimmt werden, auf welches der angezeigten Signale sich die Messung bezieht (Y1 = Kanal 1, Y2 = Kanal 2, M = Mathematiksignal).

32.2.1 Δt (Anzeige „Δt: Meßwert")
Zeitmessung zwischen zwei senkrechten CURSOR-Linien; ist bei XY-Betrieb nicht anwendbar. Mit UNIT (35) kann, ohne den Umweg über das Menü, direkt auf 1/Dt (Frequenzmessung) umgeschaltet werden.

32.2.2 1/Δt (Anzeige „1/Δt: Meßwert")

Analog- und Digitalbetrieb.

Frequenzmessung mit zwei senkrechten CURSOR-Linien; ist bei XY-Betrieb nicht anwendbar. Die Anzeige setzt voraus, daß der Abstand zwischen den CURSOR-Linien genau eine Signalperiode beträgt. Mit UNIT (35) läßt sich direkt auf Dt (Zeitmessung) umschalten.

32.2.3 Rise Time (Anzeige „tr 10: Meßwert")

Analog- und Digitalbetrieb.

Anstiegszeitmessung mit zwei waagerechten CURSOR-Linien und zwei „+"-Symbolen.
Die untere CURSOR-Linie repräsentiert 0%, das untere „+"-Symbol 10%, das obere „+"-Symbol 90% und die obere CURSOR-Linie 100%. Die CURSOR-Linien lassen sich manuell einstellen; SET (32) ermöglicht aber auch eine automatische, auf die Signaldarstellung bezogene Einstellung der CURSOR-Linien. Liegt DUAL-Betrieb vor, bezieht sich die automatische Einstellung auf den Kanal, der als Triggerquelle dient. Abweichungen sind möglich und lassen sich manuell korrigieren.

Der Abstand der „+"-Symbole zu den CURSOR-Linien ergibt sich automatisch. Ist CURSOR POS eingeschaltet und sind die „+"-Symbole mit SELECT (34) aktiv geschaltet, kann ihre Position in horizontaler Richtung manuell verändert werden.

Hinweis:
Die zu messende Signalflanke sollte mit dem X-POS.-Einsteller (12) in die Bildschirmmitte positioniert und anschließend mit X-Dehnung (X-MAG. x10 (13)) gedehnt werden, um eine hohe Positioniergenauigkeit der „+"-Symbole zu ermöglichen.

Mit **GLUE (33)** (kleben) läßt sich vermeiden, daß nach einer X- und/oder Y-Positionsänderung der Signaldarstellung eine neue Einstellung der CURSOR-Linien und der „+"-Symbole erforderlich wird. Bei aktivierter GLUE-Funktion, werden die aus Punkten bestehenden Cursorlinien und Symbole mit verringerter Punktzahl angezeigt.

Informationen über die prinzipielle Art von Anstiegszeitmessungen können sind unter „Grundlagen der Signalauf-zeichnung" im Abschnitt „Zeitwerte der Signalspannung" zu finden.

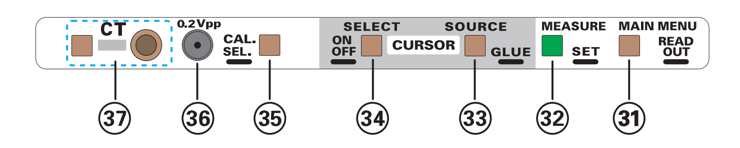
32.2.4 ΔV (Anzeige „ΔV: Kanal, Meßwert")

Analog- und Digitalbetrieb.

Spannungsmessung mit zwei CURSOR-Linien.

Yt- (Zeitbasis-) Betrieb ergibt zwei waagerechte CURSOR-Linien:
- **Einkanalbetrieb** bedingt, daß die CURSOR nur einem Signal zugeordnet werden können. Die Anzeige des Meßergebnisses ist dabei automatisch mit dem Y-Ablenkkoeffizienten des eingeschalteten Kanals verknüpft.
- **Zweikanalbetrieb** (DUAL) macht es erforderlich, mit der SOURCE-Taste (33), zwischen den möglicherweise unterschiedlichen Ablenkkoeffizienten von Kanal I und II zu wählen. Außerdem muß darauf geachtet werden, daß die CURSOR-Linien auf das an diesem Kanal anliegende Signal positioniert werden.
- **Additionsbetrieb** („add") setzt für die Anzeige eines Meßwerts voraus, daß die Y-Ablenkkoeffizienten beider Kanäle gleich sind.

XY-Betrieb ergibt zwei waagerechte oder senkrechte CURSOR-Linien:
Die Umschaltung zwischen X- (CHI) und Y- (CHII) Spannungsmessung, ist mit der SOURCE-Taste (33) vorzunehmen. Bei der X-Ablenkspannungsmessung werden senkrechte CURSOR-Linien angezeigt.



32.2.5 V to GND (Anzeige „V: Kanal, Meßwert")

Analog- und Digitalbetrieb.

Spannungsmessung mit einer auf die „0-Volt"-Strahlposition bezogenen CURSOR-Linie.

Die zuvor unter ΔV (32.2.4) gegebenen Hinweise, bezüglich des Verlaufs der CURSOR-Linien (horizontal oder vertikal) und der Kanalzuordnung, gelten auch hier.

Bei eingeschalteter Mathematikfunktion [39] kann auch das als Signal auf dem Bildschirm angezeigte Ergebnis der Operation mit Hilfe der CURSOR-Linie gemessen werden. Die Zuordnung der CURSOR-Linie wird mit der SOURCE (33) Funktion vorgenommen.

32.2.6 Ratio X (Anzeige „ratio:X, Meßwert, Einheit")

Analog- und Digitalbetrieb.

Verhältnismessung mit zwei langen und einer kürzeren, senkrechten CURSOR-Linie; wird nur im Yt- (Zeitbasis-) Betrieb ermöglicht.

Die anzuzeigende Einheit ist mit der UNIT-Taste (35), die zunächst das UNIT-Menü sichtbar macht, wählbar. Folgende Einheiten werden angeboten: ratio (ohne Einheit), %, ° (Winkeleinheit: Grad) und pi.

Die links befindliche, lange CURSOR-Linie ist immer die Bezugslinie. Befindet sich die kurze CURSOR-Linie links von der Bezugslinie, wird das Ergebnis als negative Zahl angezeigt.

Ratio (Verhältnis):
Ermöglicht die Messung von Tastverhältnissen. Der Abstand zwischen den langen CURSOR-Linien entspricht 1.

Beispiel für eine periodische Impulsfolge mit 4 div. Puls und 1 div. Pause:
Die langen CURSOR-Linien werden mit dem Anfang des ersten und dem Anfang des folgenden Pulses zur Deckung gebracht (Abstand 5 div. = Bezugslänge 1). Anschließend wird mit der SELECT-Taste (34) der kurzen CURSOR-Linie ein Symbol zugeordnet und die kurze CURSOR-Linie mit dem ihr zugeordneten Drehknopf auf das Ende des ersten Pulses positioniert. Der Abstand zwischen der linken, langen CURSOR-Linie (am Pulsanfang) und der kurzen CURSOR-Linie beträgt dann 4 div. Entsprechend dem Verhältnis von Impulsdauer zu Periodendauer (4:5 = 0,8) wird „0.8" (ohne Einheit) angezeigt.

%:
Prozentanzeige der CUSOUR-Linien Abstände. Der Abstand der langen CURSOR-Linien wird gleich 100% bewertet. Das Meßergebnis wird aus dem Abstand der Bezugslinie zur kurzen CURSOR-Linie ermittelt und ggf. mit negativem Vorzeichen angezeigt.

°:
Winkelmessung bezogen auf die CUSOUR-Linien Abstände. Der Abstand der langen CURSOR-Linien entspricht 360° und muß eine Signalperiode umfassen. Das Meßergebnis wird aus dem Abstand der Bezugslinie zur kurzen CURSOR-Linie ermittelt und ggf. mit negativem Vorzeichen angezeigt. Weitere Informationen sind unter „Phasendifferenz-Messung im Zweikanal-Betrieb (Yt)" im Abschnitt „Inbetriebnahme und Voreinstellungen" zu finden.

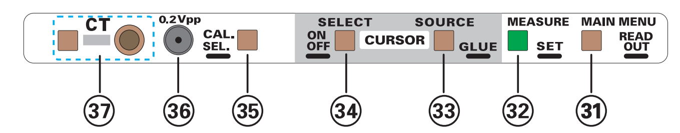
pi:
Messung des Wertes für pi, bezogen auf die CUSOUR-Linien-Abstände. Eine Sinusperiode (Vollschwingung) ist gleich 2 pi; deshalb muß der Abstand zwischen den langen CURSOR-Linien 1 Periode betragen. Beträgt der Abstand zwischen der Bezugslinie und der kurzen CURSOR-Linie 1,5 Perioden, wird 3 pi angezeigt. Falls sich die kurze CURSOR-Linie links von der Bezugslinie befindet, erfolgt die Anzeige von pi mit negativem Vorzeichen.

32.2.7 Ratio Y (Anzeige „ratio:Y, Meßwert, Einheit")

Analog- und Digitalbetrieb.

Verhältnismessung von Spannungen mit zwei langen und einer kürzeren CURSOR-Linie; wird nur im Yt- (Zeitbasis-) Betrieb ermöglicht.

Mit der UNIT-Taste (35) kann zwischen ratio (ohne Einheit) und % gewählt werden.



Die untere, lange CURSOR-Linie ist die Bezugslinie. Befindet sich die kurze CURSOR-Linie unter der Bezugslinie, wird das Ergebnis als negative Zahl angezeigt.

Ratio (Verhältnis):
Ermöglicht Verhältnismessungen. Der Abstand zwischen den langen CURSOR-Linien entspricht 1.

Beispiel: Unter der Bedingung, daß ein Y-Ablenkkoeffizient von 1V/div. vorliegt, wird eine der langen CURSOR-Linien auf den Startpunkt (-4V) einer von –4V auf +2V ansteigenden Sägezahnspannung positioniert; die zweite lange CURSOR-Linie wird mit der höchsten Amplitude (+2V) zur Deckung gebracht. Der Abstand der langen CURSOR-Linien (6 div.) ist der Bezugsabstand, der dem Wert 1 entspricht und auf den sich die Messung mit der kurzen CURSOR-Linie bezieht. Sie wird mit der SELECT-Taste (34) aktiviert, so daß der kurzen CURSOR-Linie ein Symbol zugeordnet ist. Die kurze CURSOR-Linie wird mit dem ihr zugeordneten Drehknopf auf den Nulldurchgang der Sägezahnspannung (0V) gestellt. Der Abstand zwischen der unteren, langen CURSOR-Linie (-4V) und der kurzen CURSOR-Linie beträgt 4 div. Das ergibt ein Verhältnis von 4:6 und wird mit „0.667" (ohne Einheit) angezeigt.

%:
Prozentanzeige der CURSOR-Linien-Abstände. Der Abstand der langen CURSOR-Linien wird gleich 100% bewertet. Das Meßergebnis wird aus dem Abstand der Bezugslinie zur kurzen CURSOR-Linie ermittelt und ggf. mit negativem Vorzeichen angezeigt.

32.2.8 Gain (Anzeige „gain: Meßwert, Einheit")

Analog- und Digitalbetrieb.

Verhältnismessung von Signalspannungen mit zwei langen und zwei kürzeren CURSOR-Linien; wird nur im Yt- (Zeitbasis-) Betrieb ermöglicht.

Mit der UNIT-Taste (35) kann zwischen ratio (ohne Einheit), % und dB gewählt werden.

Die Anwendung der Gain-Messung ist abhängig davon, ob ein Signal oder zwei Signale angezeigt werden.

1. Anzeige eines Signales (CH I, CH II oder Additions-Betrieb).
Der Abstand zwischen den langen CURSOR-Linien dient als Bezugswert. Der Abstand zwischen den kurzen CURSOR-Linien wird, bezogen auf den Abstand zwischen den langen CURSOR-Linien, als Meßergebnis angezeigt.

Mit dieser Methode können z.B. Frequenzgangmessungen an Vierpolen ausgeführt werden.

2. DUAL-Betrieb.
Auch in dieser Betriebsart können Messungen an Vierpolen durchgeführt werden. Dabei wird das Verhältnis der Eingangs- zur Ausgangsspannung bestimmt. Um eine korrekte Anzeige zu ermöglichen muß eingegeben werden, an welchem Kanal die Eingangs- bzw. die Ausgangs-spannung des zu messenden Vierpols (Verstärker, Dämpfungsglied) anliegt.

Die langen CURSOR-Linien müssen auf das Signal von Kanal I und die kurzen auf das Signal von Kanal II positioniert werden.

Ein kurzes Betätigen der SOURCE-Taste öffnet ein Menü, welches „g1→2:“ und „g2→1:“ angezeigt. Mit erneutem kurzem Drücken der SOURCE-Taste erfolgt die Umschaltung auf die zuvor nicht aktive Einstellung. Die Anzeige „g1→2:“ erfordert, daß CH I mit dem Eingang und CH II mit dem Ausgang des Vierpols verbunden ist. Liegt das Ausgangssignal des Vierpols an Kanal I und das Eingangssignal an Kanal II, muß die Einstellung „g2→1:“ gewählt werden.

32.2.9 rms (Anzeige „rms: Kanal, Meßwert“)

Nur im Digitalbetrieb.

Diese Meßfunktion errechnet aus den erfassten Abtastwerten beliebiger Signalformen die Effektiv-Spannung des zwischen den CURSOR-Linien dargestellten Signals und zeigt diesen Wert an. Dazu muß mindestens eine vollständige Signalperiode vorliegen. Um zu gewährleisten, daß die Messung sich auf genau eine Signalperiode bezieht, kann die SET (32) Funktion aufgerufen werden. Sie bewirkt, daß die CURSOR-Linien automatisch auf einen Abstand von einer Signalperiode gesetzt werden.

Es ist aber auch möglich, die CURSOR-Linien manuell zu positionieren, um z.B. die Effektivwerte eines Signals ermitteln zu können, welches Signalperioden mit unter-schiedlicher Spannungshöhe aufwies. Die Meßwertanzeige bezieht sich dabei immer auf den zwischen den CURSOR-Linien befindlichen Signalteil, der eine Periode betragen muß.

Nur wenn DC-Eingangskopplung vorliegt, können auch Gleichspannungsanteile erfaßt werden.

Als „Kanal“, auf den sich das Meßergebnis bezieht, können mit der SOURCE (33) Funktion, je nach Betriebsart „Y1“ (Kanal I), „Y2“ (Kanal II) oder „M“ (Mathematiksignal) gewählt werden.

32.2.10 avg (Anzeige „avg: Kanal, Meßwert“)

Nur im Digitalbetrieb.

Diese Meßfunktion errechnet den Mittelwert des zwischen den CURSOR-Linien befindlichen Signals und zeigt ihn an. Wenn auch Gleichspannungsanteile erfaßt werden sollen, muß mit DC-Eingangskopplung gemessen werden.

Als „Kanal“, auf den sich das Meßergebnis bezieht, können mit der SOURCE (33) Funktion, je nach Betriebsart „Y1“ (Kanal I), „Y2“ (Kanal II) oder „M“ (Mathematiksignal) gewählt werden.

Nur im Digitalbetrieb.

32.2.11 Peak Peak (Anzeige „pp: Kanal, Meßwert, Einheit“)
Zeigt die maximale Spannungsdifferenz eines Signals zwischen zwei senkrecht verlaufenden Cursorlinien und markiert die bei der Bewertung benutzten Momentanwerte mit Dreieck-Symbolen. Die Dreieck-Symbole positionieren sich automatisch und folgen Amplitudenänderungen.

Anstelle der Spannungsdifferenz kann mit der UNIT (35) Taste auf Zeitdifferenz umgeschaltet werden. Dann wird Zeitdifferenz zwischen den Dreieck-Symbolen angezeigt.

32.2.12 Peak + (Anzeige „p+: Kanal, Meßwert, Einheit“)

Nur im Digitalbetrieb.

Ein Dreieck-Symbol positioniert sich automatisch auf den positivsten Wert des Signals, welches sich zwischen zwei senkrecht verlaufenden Cursorlinien befindet.

Mit der UNIT (35) Taste läßt sich direkt auf „Peak –“ schalten.

32.2.13 Peak - (Anzeige „p-: Kanal, Meßwert, Einheit)

Nur im Digitalbetrieb.

Ein Dreieck-Symbol positioniert sich automatisch auf den negativsten Wert des Signals, welches sich zwischen zwei senkrecht verlaufenden Cursorlinien befindet.

Mit der UNIT (35) Taste läßt sich direkt auf „Peak +“ schalten.

32.2.14 Count (Anzeige „cnt: Kanal, Meßwert, Signal)

Nur im Digitalbetrieb.

Das Readout zeigt zwei senkrechte und eine waagerechte Cursorlinie an. Als Meßwert wird die Zahl der steigenden oder fallenden Flanken bzw. die positiven oder negativen Pulse angezeigt, welche das Niveau der horizontalen CURSOR Linie, innerhalb des durch die vertikalen CURSOR Linien bestimmten Bereiches, kreuzen bzw. über- oder unterschreiten.

Die Flanken- bzw. Pulsrichtung ist mit der UNIT (35) Taste zu bestimmen, die ein Pulldown-Menü öffnet.

32.2.15 Vt Marker (Anzeige „mkr: Kanal, Meßwert, Einheit“)

Nur im Digitalbetrieb.

Der Vt-Marker besteht aus einem Fadenkreuz, das dem Verlauf des Signals folgt, wenn die CURSORE POS (7) LED leuchtet und der Y-POS/CURS.I (6) Einsteller gedreht wird. Als Meßwert wird entweder die Spannungshöhe des Signals angezeigt oder die Zeitdifferenz zum Triggerpunkt. Für „M“ (Mathematik) Signale wird keine Zeitdifferenzmessung ermöglicht.

Mit der UNIT (35) Taste wird zwischen Spannungs- und Zeitmessung gewählt.

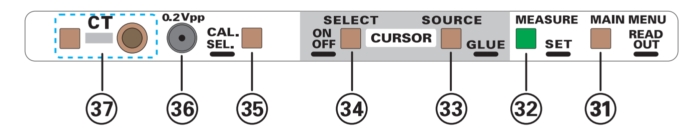
32.3 SET Ein langer Tastendruck schaltet auf SET und bewirkt bei CURSOR-Spannungsmessungen eine innerhalb gewisser Grenzen automatische, signalbezogene Einstellung der CURSOR-Linien. Da hierbei das Triggersignal gemessen wird (Triggerquelle CH I oder CH II), geht die Triggerkopplung in das Meßergebnis ein. Ohne Signal bzw. bei ungetriggerter Signaldarstellung erfolgt keine Änderung der CURSOR-Linien.

SET ist unter folgenden Bedingungen wirksam:
1. Die CURSOR-Linien müssen sichtbar sein.
2. Im CURSOR MEASURE Menü muß eine Funktion gewählt worden sein, die zur Anzeige waagerechter

CURSOR-Linien führt (Rise Time, DV, V to GND, Ratio Y und Gain).
3. Bei Einkanal- (CH I, CH II) oder DUAL-Betrieb.

(33) SOURCE – GLUE - Drucktaste mit Doppelfunktion.

SOURCE
Mit kurzem Tastendruck wird bestimmt, auf welche Quelle (SOURCE) sich die Meßwertanzeige bezieht. Abhängig von der Kanalbetriebsart (Mono, DUAL) und aktivierter Mathematikfunktion, kann zwischen Y1, Y2 und M gewählt werden. Der Meßwert bezieht sich auf das Ergebnis der Mathematikfunktion, wenn die Meßwertanzeige „Y:M (Meßwert)" anzeigt.



–

1. Bei DUAL- und XY-Betrieb in Verbindung mit CURSOR-Spannungsmessung (CURSOR MEASURE: „DV" und „V to GND") werden zwei lange CURSOR-Linien angezeigt. Mit einem kurzen Tastendruck ist der Kanal zu wählen, auf den sich die Messung beziehen soll, damit sein Y-Ablenkkoeffizient berücksichtigt wird. Entsprechend dieser Einstellung müssen die beiden CURSOR-Linien auf das Signal des gewählten Kanals positioniert sein.

2. Bei DUAL-Betrieb in Verbindung mit „Gain"- (Verstärkung bzw. Dämpfung) Messung wird das Verhältnis der Eingangs- zur Ausgangsspannung bestimmt. Um eine korrekte Anzeige zu ermöglichen muß eingegeben werden, an welchem Kanal die Eingangs- bzw. die Ausgangsspan-nung des zu messenden Vierpols (Verstärker, Dämpfungs-glied) anliegt. Daher werden zwei lange und zwei kurze CURSOR-Linien angezeigt.

GLUE
Diese Funktion wird mit einem langen Tastendruck ein- bzw. abgeschaltet. Ist GLUE (kleben) eingeschaltet, ändern sich die CURSOR-Linien; jede CURSOR-Linie zeigt nach jedem 3. Punkt eine Lücke.

GLUE verbindet die Position der CURSOR-Linien mit den Y- und X-Positionseinstellungen. Y- und X-Positionsänderungen betreffen dann gleichzeitig das Signal und die ihm zugeordneten CURSOR-Linien.

(34) SELECT – ON-OFF – Drucktaste mit Doppelfunktion.

ON-OFF
Mit einem langen Tastendruck werden die CURSOR-Linien ein- oder ausgeschaltet.

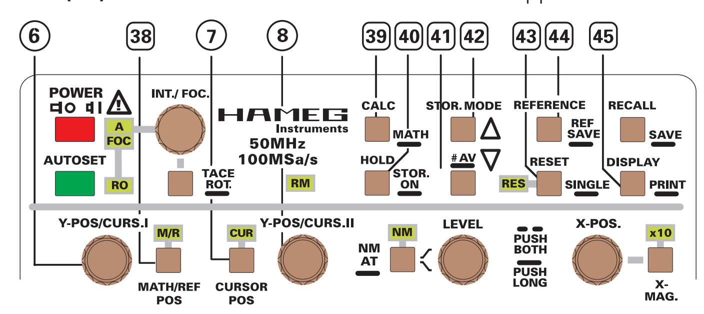
Bei eingeschalteten CURSOR-Linien, zeigt das Readout die zuletzt im CURSOR MEASURE Menü aktivierte Meßfunktion. Mit dem Aufruf von MEASURE (32) öffnet sich dann das letztgenannte Menü.

Das Ausschalten der CURSOR-Linien schaltet auf die zuletzt benutzte AUTO MEASURE Meßfunktion und ihre Anzeige im Readout. Bei abgeschalteten CURSOR-Linien läßt sich mit MEASURE (32) das AUTO MEASURE Menü anzeigen.

SELECT
Bei eingeschalteten CURSOR-Linien (CURSOR MEASURE) und aktivierter CURSOR POS-Funktion (7) sind den Cursoren Symbole („I", „II") zugeordnet, die die Zuordnung der Y-POS/CURS.-Einsteller (6) (8) zu der bzw. den CURSOR-Linie(n) anzeigt. Mit einem kurzen Tastendruck auf die SELECT-Taste kann diese Zuordnung geändert werden.

Nur die gerade gekennzeichneten CURSOR-Linien können in ihrer Position verändert werden. Sind zwei einander zugehörige CURSOR-Linien mit dem gleichen Symbol gekennzeichnet, liegt Tracking-Betrieb vor; d.h. das beide CURSOR-Linien mit einem Einsteller gleichzeitig bewegt werden.

(35) UNIT – CAL. SEL. - Drucktaste mit Doppelfunktion.



UNIT
Bei einigen Menüpunkten kann die Einheit des angezeigten Meßwertes mit einem kurzen Tastendruck geändert werden. Ist CURSOR MEASURE eingeschaltet (CURSOR-Linien sichtbar), wird bei mehr als zwei wählbaren Einheiten ein Menü angezeigt. Sonst erfolgt die Umschaltung direkt und ohne Menüanzeige.

Bei AUTO MEASURE kann mit UNIT zwischen Frequency und Period oder PEAK+ und PEAK- direkt gewählt werden.

CAL. SEL.
Ein langer Tastendruck öffnet das CAL. FREQUENCY-Menü, welches Gleichspannung (DC) und Wechselspannungen von 1Hz bis 1MHz anbietet. In der Stellung „dependent on TB" ist die Signalfrequenz abhängig vom eingestellten Zeitablenkkoeffizienten (Zeitbasis).

Alle in diesem Menü wählbaren Signale sind der mit 0.2Vpp (36) bezeichneten Buchse entnehmbar.

1Hz – 1MHz
Die von 1Hz bis 1MHz wählbaren Wechselspannungen werden als Rechtecksignale zum Tastkopfabgleich bzw. zur Beurteilung des Frequenzverhaltens angeboten. Dabei ist die Frequenzgenauigkeit nicht von Bedeutung; das gilt auch für das Tastverhältnis.

(36) 0.2Vpp – konzentrische Buchse

Dieser Buchse können die unter CAL. SEL. (35) beschriebenen Signale entnommen werden. Die Ausgangsimpedanz beträgt ca. 50 Ohm. Bei hochohmiger Last (Oszilloskop ca.1M-Ohm, Digitalvoltmeter ca.10M-Ohm) beträgt die Ausgangsspannung entweder ca. 0,2V (Gleichspannung) oder ca. 0,2Vss (rechteckförmige Wechselspannung).

Unter „Inbetriebnahme und Voreinstellungen" beschreibt der Abschnitt „Tastkopf-Abgleich und Anwendung" die wichtigste Anwendung des dieser Buchse zu entnehmenden Signals.

(37) CT - Drucktaste und 4 mm Bananenstecker-Buchse.

Mit dem Betätigen der CT (Komponententester)- Taste kann zwischen Oszilloskop- und Komponententester-Betrieb gewählt werden. Siehe auch „Komponenten-Test".

Bei Komponententester-Betrieb zeigt das Readout nur noch "Component Tester" an. In dieser Betriebsart sind folgende Bedienelemente und LED-Anzeigen von Bedeutung:

1. INTENS/FOCUS-Einsteller mit den zugeordneten LEDs und der READOUT-Taste.
2. X-POS.-Einsteller (12).

Die Prüfung von elektronischen Bauelementen erfolgt zweipolig. Dabei wird ein Anschluß des Bauelements mit der 4mm Buchse, welche sich neben der CT-Taste befindet, verbunden. Der zweite Anschluß erfolgt über die Massebuchse (27).

Die letzten Betriebsbedingungen des Oszilloskopbetriebs liegen wieder vor, wenn der Komponententester abgeschaltet wird.

[38] MATH/REF POS – Drucktaste mit zugeordneter M/R LED.

Nur im Digitalbetrieb.

Die Drucktaste ist nur wirksam, wenn entweder ein Mathematiksignal (Ergebnis einer mathematischen Operation) oder ein Referenzsignal angezeigt wird.

Mit einem kurzen Tastendruck läßt sich die M/R LED ein- oder ausschalten. Leuchtet die M/R LED, ist der Y-POS/CURS.I (6) Drehknopf als Y-Positionseinsteller für das „Mathematiksignal“ bzw. das Referenzsignal wirksam. Die M/R LED erlischt auch, wenn die CUR (7) LED eingeschaltet wird.

[39] CALC – MATH - Drucktaste mit Doppelfunktion.

Nur im Digitalbetrieb.

39.1 MATH. Ein langer Tastendruck bewirkt die Anzeige des MATHEMATIC Menüs. Dann sind fünf numerierte Zeilen sichtbar (1. bis 5.), in die Gleichungen eingegeben werden können. Die numerierten Zeilen sind – von links nach rechts - wie folgt aufgebaut:
Zeilennummer (z.B. „1.“), Status („[x]“ aktiv oder „[ ]“ inaktiv), Resultatname (z.B. „MAT3“), „=“ , „Funktion“ (z.B. Addition), „(erster Operand, zweiter Operand)“. Anmerkung: Der zweite Operand wird nicht bei allen Funktionen angezeigt.

Mit den Tasten, die unterhalb der nach oben und nach unten zeigenden Pfeilsymbole angeordnet sind, läßt sich die gewünschte Zeile auswählen. Dabei wird immer erst der links vom Gleichheitszeichen angezeigte „Resultatname“ (z.B. „MAT1“) aktiviert, d.h. mit größerer Helligkeit angezeigt. Anschließend kann mit der Taste, die dem nach rechts zeigenden Pfeilsymbol zugeordnet ist, der gewünschte Punkt rechts vom Gleichheitszeichen aktiviert werden.

„Use INT./FOC. knob to select“ (mit INT./FOC. (3) Drehknopf wählen) bezieht sich auf die mit höherer Strahlhelligkeit angezeigte Position. Die folgende Auflistung zeigt die in den unterschiedlichen Positionen vorkommende Möglichkeiten:

39.1.1 Resultatnamen:

„MAT1“, „MAT2“, „MAT3“. Jedem Resultat ist ein Speicher zugeordnet, dessen Inhalt nach dem Ausschalten verloren geht.

39.1.2 Funktionen:

„**ADD**“ (Addition) Operand 1 (Summand) plus Operand 2 (Summand).
„**SUB**“ (Subtraktion) Operand 1 (Minuend) minus Operand 2 (Subtrahend).
„**MUL**“ (Multiplikation) Operand 1 (Multiplikator) mal Operand 2 (Multiplikand).
„**DIV**“ (Division) Operand 1 (Dividend) durch Operand 2 (Divisor).
„**SQ**“ (Quadrat) Operand 1 zum Quadrat erheben.
„**INV**“ (Negation) Operand 1 umkehren.
„**1/**“ (Reziprokwert) 1 durch Operand 1 dividieren.
„**ABS**“ (Absolutwert) Operand 1 (falls negativ) in positive Zahl wandeln.
„**POS**“ (positive Werte) Resultat von Operand 1 sind nur Zahlen > 0. Zahlen < 0 (negativ) und 0 werden als Resultat = 0 angezeigt.
„**NEG**“ (negative Werte) Resultat von Operand 1 sind nur Zahlen < 0. Zahlen >0 (positiv) und 0 werden als Resultat = 0 angezeigt.

39.1.3 Operand 1, Operand 2.

Abhängig von der gewählten Funktion, können, wenn Operand 1 oder 2 mit größerer Helligkeit angezeigt werden, folgende Bedingungen vorgegeben werden:

39.1.3.1 „MAT1“, „MAT2“, „MAT3“: Ein Resultat mit diesem Namen kann in einer nachfolgenden Gleichung als Operand verwendet werden.

39.1.3.2 „CH1“, „CH2“: Ermöglicht die Benutzung eines Meßsignals (Kanal I oder II) als Operand.

39.1.3.3 „Zahl(en)“ (mit oder ohne Einheit); gleichzeitig wird im Readout die „Edit“- Funktion angeboten: Eine mit der „Edit“-Funktion bestimmte Zahl wird einem Operanden zugeordnet und dient als Konstante.

Nach dem Aufruf von „Edit“ können mit den Pfeiltasten und dem INT./FOC. (3) Drehknopf „Zahlen, der Dezimalpunkt und Einheiten“ bestimmt werden. Nach Betätigen der „Set“-Taste werden wieder die Gleichungen angezeigt und der unter „Edit“ vorgegebene Wert liegt vor.

39.1.4 Mathematik EIN/AUS und Auswahl der Gleichung:

Mit dem Aufruf von MATH (langer Tastendruck) wird die Mathematikfunktion automatisch eingeschaltet und das MATHEMATIC Menü angezeigt.

Unter den fünf numerierten Gleichungszeilen befindet sich eine Zeile mit der Information „ [ ] Display = MAT..“. Bei aktivierter Zeile wird mit dem INT./FOC. (3) Drehknopf das anzuzeigende Resultat (MAT1, MAT2 oder MAT3) gewählt, dabei wird das zuletzt berechnete und ausgewählte Resultat angezeigt. Die [x]/[ ] –Taste dient dazu, die Mathematik ein- oder auszuschalten.

Mit „Set“ werden die aktuellen Einstellungen bestätigt und das MATHEMATIC-Menü verlassen. War die Mathematik-Funktion eingeschaltet, wird immer noch das alte Mathematiksignal angezeigt. Erst ein kurzer Tastendruck (CALC.) löst eine neue Berechnung und Mathematiksignal-Anzeige aus.

Bei eingeschalteter Identifikation (DISPLAY [45]) zeigt das Readout am rechten Rasterrand, oberhalb des Mathematiksignals, die Abkürzung der angezeigten Gleichung (M1, M2 oder M3).

Zum Ausschalten des Mathematiksignals muß MATH aufgerufen werden und die unterste (nicht numerierte) Zeile aktiviert werden. Darin muß die Mathematikfunktion mit der [x]/[ ] Taste abgeschaltet ([ ] Display = ...) und das Menü mit „Set“ verlassen werden. Anschließend erfolgt die Signaldarstellung ohne Mathematiksignal.

39.1.5 Berechnung der Gleichung(en).

Liegen mehrere aktivierte Gleichungen vor, die als ein Resultat angezeigt werden sollen, erfolgt Stapelverarbeitung. Der Stapel wird von oben (1. Gleichung) nach unten (in Richtung 5. Gleichung) abgearbeitet.

Es können maximal 5 Gleichungen aktiviert sein ([x]), aber nicht mehr als ein Resultat angezeigt werden (MAT1, MAT2 oder MAT3).

Das Resultat kann auch das Ergebnis mehrerer (aktivierter) Gleichungen sein, wenn z.B. das Resultat der 1. Gleichung (z.B. MAT2 genannt) als Konstante in einem der Operanden einer folgenden, aktivierten und angezeigten Gleichung verwendet wird.

Sind alle 5 Gleichungszeilen aktiviert und ist deren Resultat beispielsweise jeweils als „MAT3" definiert worden, wird - bedingt durch die Stapelverarbeitung - nur das Resultat der 5. Gleichung errechnet.

Inaktivierte Gleichungen ([ ]) werden nicht ausgeführt und übersprungen, wenn anschließend wieder eine aktivierte Gleichung vorliegt.

39.2 CALC.

Ein kurzer Tastendruck löst eine neue Berechnung und daraus resultierend eine neue Darstellung des Resultates aus, wenn die Mathematikanzeige im MATHEMATIC Menü aktiviert ist. Nach einer Änderung des Signals oder der Gleichung muß CALC betätigt werden; erst dadurch wird eine neue Berechnung mit einer neuen Darstellung ausgelöst.

Das Mathematiksignal wird automatisch skaliert. Die Skalierung ist unabhängig vom Raster und den Y- und Zeit-Ablenkparametern und wird nicht angezeigt. Deshalb muß die Bestimmung der Signalhöhe des Mathematiksignals mit einem CURSOR (V to GND) durchgeführt werden. Dazu muß die Meßwertanzeige mit der SOURCE (33) Taste auf die Messung des Mathematiksignals geschaltet sein (Y:M .....).

Nach dem Aufruf von „CALC" ist es erforderlich, die Position der „V to GND" CURSOR Linie zu verändern, um eine Aussage über die Höhe des Mathematiksignals zu bekommen.

Liegt eine Division durch 0 vor, zeigt das Readout kurzzeitig die Warnung „DIVISION BY ZERO!" und weist damit auf eine unzulässige Operation hin.

[40] HOLD – STOR. ON - Drucktaste mit Doppelfunktion.

STOR. ON
Mit einem langen Tastendruck wird von Analog- auf Digital-Betrieb und umgekehrt geschaltet. Liegt CT (Komponententester-Betrieb) vor, muß diese Betriebsart erst abge-schaltet werden, so daß Yt- oder XY-Analogbetrieb vorliegt. Erst danach kann von Analog- auf Digitalbetrieb geschaltet werden.

Im Analog-Betrieb zeigt das Readout (oben links) keine Abtastrate („....S") und unten rechts keine Information über die Signalerfassung (sgl, rfr, env, avm) an.

Bei der Umschaltung von Analog- auf Digital-Betrieb und umgekehrt, werden die unterschiedlichen Zeit-Ablenkkoeffizientenbereiche - wenn erforderlich - automatisch berücksichtigt. Die Unterschiede sind unter (22) TIME/DIV. beschrieben, wobei unter „Digital-Betrieb" auch die Signalerfassungsarten erläutert sind.

Zusätzliche, den Digital-Betrieb betreffende Informationen, sind dem Abschnitt „Speicherbetrieb" entnehmbar.

HOLD

Nur im Digitalbetrieb.

Mit einem kurzen Tastendruck wird die **HOLD**-Funktion ein- oder ausgeschaltet.

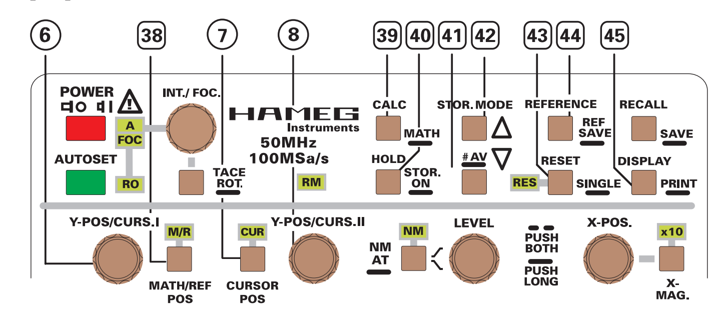
Mit dem Einschalten der HOLD-Funktion zeigt das Readout statt der Kanalangabe(n) (**„Y1"**, **„Y2"** bzw. **„X"** und **„Y"** bei XY-Betrieb) „hld". Damit ist der aktuelle Speicherinhalt vor weiterem Überschreiben geschützt. Die Tasten für die Y-Betriebsartumschaltung **CHI (15)** und **CH II (19)** und **DUAL (16)** sind dann unwirksam. Ausnahme: Liegt DUAL- oder XY-Betrieb vor und wird „hld" (HOLD) aktiviert, kann anschließend mit der **DUAL**-Taste zwischen **Yt**- (DUAL) und **XY**-Darstellung gewählt werden.

Insbesondere bei großen Zeitkoeffizienten-Einstellungen ist in den „rfr" (Refresh) -Betriebarten (rfr - env - avm) zu sehen, wie der alte aktuelle Speicherinhalt durch neue Daten überschrieben wird. Das Sichern mit **HOLD** innerhalb eines Signalerfassungsvorgangs kann einen Übergang (Stoßstelle) zwischen den neuen Daten (links) und den alten Daten (rechts) erkennbar machen. Dies läßt sich vermeiden, in dem man, obwohl ein repetierendes Signal aufgezeichnet wird, eine Einzelereigniserfassung (sgl) vornimmt. Anschließend kann mit **HOLD** verhindert werden, daß ein versehentliches Einschalten der **RESET**-Funktion ein erneutes Überschreiben bewirkt.

Mit HOLD gespeicherte Signale lassen sich nachträglich mit dem zugehörigen Y-POS./CURS. Drehknopf in vertikaler Richtung verschieben (+/- 4 cm).

Achtung:
Die Aussteuerbereichsgrenzen des A/D-Wandlers können sichtbar werden, wenn nach dem Speichern („hld") eine Y-Positionsverschiebung vorgenommen wird und dadurch Signalteile sichtbar werden, die sich zuvor außerhalb des Sichtbereiches befanden.

[41] STOR. MODE - #AV - Drucktaste und
[42] STOR. MODE – Drucktaste



Nur im Digitalbetrieb.

41.1 STOR. MODE
Unter den Bedingungen,daß Yt-Betrieb (CH I, CH II, DUAL und ADD) vorliegt und „hld" (HOLD) nicht aktiviert ist, öffnet sich durch kurzes Betätigen einer **STOR. MODE** –Taste ein Pulldown-Menü. Es bietet „rfr", „env", „avm" und „rol" an.

Die folgenden Beschreibungen setzen voraus, daß die Triggerbedingungen im Refresh- (rfr), Envelope- (env) und Average- (avm) Betrieb erfüllt sind.

41.1.1 rfr (Refresh-Betrieb)
In dieser Betriebsart (Auffrisch) können, wie im Analog-Betrieb, sich periodisch wiederholende Signale erfaßt und dargestellt werden.

Die Triggerung löst eine neue Signalerfassung und die Darstellung des erfassten Signals aus. Dadurch werden die vorher erfaßten und angezeigten Signaldaten überschrieben (aufgefrischt). Die neuen Signaldaten werden so lange angezeigt, bis die Triggerung eine neue Signalerfassung auslöst.

Im Zeit-Ablenkkoeffizientenbereich von 20ms/div. bis 100ns/div. kann die Signalerfassung mit Pre- oder Post-Triggerung erfolgen. Bei größeren Zeitkoeffizienten (100s/div. bis 50ms/div.) wird die Pre-/Post-Triggerung abgeschaltet (0s), um zu lange Wartezeiten zu vermeiden. Soll in diesem Zeitbasisbereich trotzdem mit Pre- oder Post-Triggerung gemessen werden, ist auf Einzelereignis-erfassung (SINGLE [43]) zu schalten.

41.1.2 env (Envelope-Betrieb)
Envelope- (Hüllkurven) Betrieb ist eine Unterbetriebsart von Refresh.

Im Gegensatz zu Refresh werden dabei die Ergebnisse mehrerer Signalerfassungen als Minimum-/Maximum-Darstellung (Hüllkurve) angezeigt. Das gilt sowohl für Amplituden- als auch für Frequenz-Änderungen (Jitter).

Die ENVELOPE-Erfassung wird zurückgesetzt und beginnt von vorn, wenn RESET [43] betätigt wird (RESET-Funktion). Um zu verhindern, daß eine Hüllkurve durch die Bedienung des Oszilloskops hervorgerufen wird, bewirkt die Betätigung mancher Bedienelemente einen automatischen RESET.

41.1.3 avm (Average-Mode)
Average- (Mittelwert) Betrieb ist eine Unterbetriebsart von Refresh.

Der Mittelwert wird aus den Daten mehrerer Signalerfassungen gebildet. Damit werden Amplitudenänderungen (z.B. Rauschen) und Frequenzänderungen (Jitter) in der Darstellung verringert bzw. beseitigt.

Die Genauigkeit der Mittelwertbildung ist um so größer, je höher die Zahl der Signalerfassungsvorgänge ist, aus denen der Mittelwert gebildet wird. Es kann zwischen 2 und 512 Signalerfassungen gewählt werden (siehe 41.2: #AV).

41.1.4 rol (Roll-Betrieb)
Roll-Betrieb ermöglicht eine von der Triggerung unabhängige, kontinuierliche Signalerfassung. Alle die Triggerung betreffenden Bedienelemente und Readoutinformationen sind im „rol"-Betrieb abgeschaltet.

Bei „rol"-Betrieb wird das Ergebnis der letzten Abtastung am rechten Rand der Signaldarstellung angezeigt. Alle zuvor aufgenommenen Signaldaten werden mit jeder Abtastung um eine Adresse nach links verschoben. Dadurch geht der vorher am linken Rand angezeigte Wert verloren. Im Gegensatz zum Refresh-Betrieb und seinen Unterbetriebsarten, erfolgt beim „rol"-Betrieb eine kontinuierliche Signalerfassung ohne triggerbedingte Wartezeiten (Holdoff-Zeit). Die Signalerfassung kann vom Anwender jederzeit durch Betätigen der **HOLD**-Taste beendet werden.

Der im „rol"-Betrieb mögliche Zeitkoeffizientenbereich ist eingeschränkt; er reicht von **100s/div.** bis **50ms/div.**. Noch kleinere Zeitkoeffizienten wie z.B. 1µs/div. sind nicht sinnvoll. Eine Beobachtung des Signals wäre dann nicht mehr möglich.

Wird auf „rol"-Betrieb geschaltet und die Zeitbasis war zuvor auf einen Wert von 20ms/cm bis 200ns/cm eingestellt, wird die Zeitbasis automatisch auf 50ms/cm gesetzt.

41.2 #AV Ein langer Tastendruck auf die untere STOR. MODE Taste [41] bewirkt die Anzeige des AVERAGE Menüs.

Die aktuelle Einstellung wird mit größerer Helligkeit angezeigt. Änderungen lassen sich mit den unterhalb der Readout-Einblendungen befindlichen Tasten ausführen.

[43] RESET – SINGLE - Drucktaste mit Doppelfunktion und zugeordneter LED.

Digital- und Analogbetrieb.

43.1 SINGLE
Mit einem langen Tastendruck wird SINGLE (Einzelereignis-erfassung) ein- oder ausgeschaltet. Das Readout zeigt unten rechts „sgl" an, wenn SINGLE eingeschaltet ist.

Die Betriebsart SINGLE kann sowohl im Digital- als auch im Analog-Betrieb eingeschaltet werden. Liegt SINGLE vor und wird von Analog- auf Digitalbetrieb bzw. Digital- auf Analogbetrieb umgeschaltet, bleibt die Betriebsart SINGLE bestehen. Der Hauptanwendungsfall im SINGLE-Betrieb ist die Einzelereigniserfassung. Es ist aber auch möglich, sich ständig wiederholende (repetierende) Signale in Form einer Einmalaufzeichnung zu erfassen.

Mit dem Umschalten auf SINGLE („sgl") wird das Oszilloskop auf die Einzelereignis-Erfassung vorbereitet und ein gerade stattfindender Zeitablenk- bzw. Signalerfassungsvorgang wird abgebrochen. Bei Analogbetrieb ist dann der Strahl nicht mehr sichtbar, während er im Digitalbetrieb weiterhin sichtbar bleibt und das zuletzt erfaßte Signal anzeigt. Außerdem wird automatisch auf Normal-Triggerung (NM-LED leuchtet) umgeschaltet.

Um eine Einzelereigniserfassung durchführen zu können, muß aber auch noch die Triggereinrichtung mit RESET aktiviert werden. Das wird in diesem Abschnitt unter RESET beschrieben.

Nur im Digitalbetrieb.

Die kleinsten Zeit-Ablenkkoeffizienten, bei denen mit Random-Sampling abgetastet wird, stehen in Verbindung mit SINGLE nicht zur Verfügung. Mit dem Einschalten von SINGLE ist dann eine automatische Änderung des Zeit-Ablenkkoeffizienten verbunden. Dabei wird auch die Kanalbetriebsart (Mono oder DUAL) berücksichtigt.

43.2 RESET

Ein kurzes Betätigen der SINGLE-Taste löst die RESET-Funktion aus. Die Wirkung ist abhängig von der Signaldarstellungsart.

Nur im Digitalbetrieb.

1. RESET in Verbindung mit **SINGLE**-Betrieb (Einzelereigniserfassung):

Zeigt das Readout „sgl" (SINGLE) an und wird die **RESET**-Taste kurz gedrückt, leuchtet die neben der RESET-Taste befindliche **RES**-LED. Ob die **RES**-LED nur kurz aufleuchtet oder länger leuchtet hängt davon ab,

a) ob ein sofort die Triggerung auslösendes Signal (**Triggersignal**) vorliegt,
b) welcher **Zeitablenkkoeffizient** eingestellt ist,
c) welche **PRE-** bzw. **POST-**Triggereinstellung gewählt wurde.

Mit dem Aufleuchten der **RES**-LED beginnt sofort die Aufzeichnung des bzw. der Signale.

Im Zeit-Ablenkkoeffizientenbereich von 100s/div. bis 50ms/div. wird die Signalerfassung sofort sichtbar. Sie erfolgt als ROLL-Darstellung, hat aber sonst keine Gemeinsamkeit mit dem ROLL-Betrieb.

Triggerereignisse lösen nur dann die Triggerung aus, wenn die für die Vorgeschichte benötigte Erfassungszeit (Pre-Triggereinstellung) abgelaufen ist.

Nach erfolgter Triggerung und beendeter Aufnahme erlischt die RESET-LED.

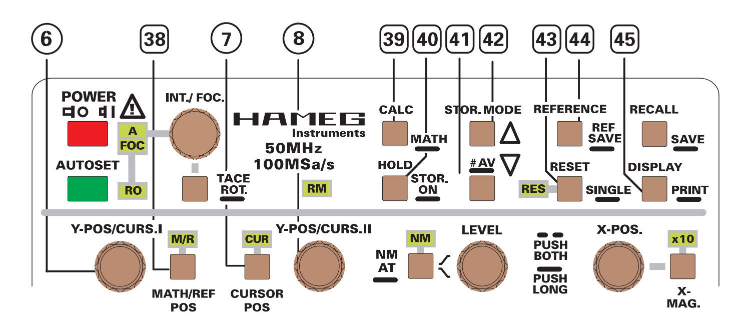
Mit Umschalten auf XY-Betrieb können im DUAL-Betrieb erfaßte und danach mit HOLD gesicherte Einzelereignisse auch als XY-Darstellung angezeigt werden.

2. RESET in Verbindung mit **ENVELOPE** („env") oder **AVERAGE** („avm") Betrieb.
Liegt eine dieser Signaldarstellungsarten vor und wird die RESET-Taste kurz gedrückt, wird die Signaldarstellung zurückgesetzt. Anschließend beginnt die Mittelwertbildung bzw. die Hüllkurvendarstellung von vorn.

Auch im Analog-Betrieb können einmalig auftretende Signale erfaßt und dokumentiert werden (z.B. fotografisch). Pre- und Post-Triggerung stehen dann allerdings nicht zur Verfügung.

Liegt SINGLE-Betrieb vor, ist die Triggereinrichtung mit RESET aktiviert und tritt ein Signal (Triggerereignis) auf, wird dadurch ein Zeitablenkvorgang (Schreibvorgang auf der Strahlröhre) ausgelöst.

Zwei Signale können im SINGLE-Betrieb nur dargestellt werden, wenn ständig zwischen Kanal I und II umgeschaltet wird (Chopper-Darstellung). Siehe DUAL (16).



[44] REFERENCE – REF SAVE -Drucktaste mit Doppelfunktion.

Nur im Digitalbetrieb.

Das Oszilloskop verfügt über nicht flüchtige 3 Referenz-Speicher.

44.1 REFERENCE.

Ein kurzer Tastendruck öffnet das SHOW (zeigen) Menü.

Die Bedienung erfolgt wie unter „B: Menü-Anzeigen- und Bedienung" beschrieben.

Mit der Auswahl des Referenzspeichers (REF1, REF2 oder REF3) wird festgelegt, welches Referenzsignal anschlies send angezeigt werden soll. Um außer der Signalform auch die mit ihr zusammen gespeicherten Geräteeinstellungen anzuzeigen, muß das [x] gesetzt sein.

Mit „None" (nichts) wird kein Referenzsignal angezeigt. Um die Referenz-Signalanzeige abzuschalten, muß REFERENCE aufgerufen und „None" gewählt werden.

Nach erfolgter Auswahl wird das Menü mit „Set" verlassen und das Oszilloskop verhält sich wie zuvor bestimmt.

44.2 REF SAVE

Ein langer Tastendruck öffnet das SAVE (speichern) Menü und zeigt die Wahlmöglichkeiten „All displayed" und z.B. „REF1 = MAT1" an.

Ist „All displayed" (alle angezeigten) gewählt und wird "Set" betätigt, werden alle Signale, die vor dem Aufruf von SAVE angezeigt wurden, in die Referenzspeicher geschrieben. Hierbei gibt es folgende Zuordnung: CH1 wird in REF1 gespeichert, CH2 in REF2 und das Mathematiksignal (MAT1, MAT2 oder MAT3) in REF3. Liegt Einkanalbetrieb CH2 vor, wird mit „All displayed" nur REF2 neu beschrieben; die Speicherinhalte von REF1 und REF3 bleiben dabei unverändert.

Die darunter befindliche Zeile ist nach dem Schema „Ziel" = „Quelle" aufgebaut. Als Ziel (in das gespeichert wird) kann REF1, REF2 oder REF3 gewählt werden; mögliche Quellen sind CH1, CH2, MAT1, MAT2 oder MAT3.

[45] DISPLAY – PRINT - Drucktaste mit Doppelfunktion.

Nur im Digitalbetrieb.

45.1 DISPLAY

Nach kurzem Tastendruck öffnet sich das DISPLAY Menü.

Unter DOT JOIN (Punktverbinder) kann separat für „Channels" (Kanäle) und „Ref & Math" (Referenz- und Mathematiksignale) bestimmt werden, ob die DOT JOIN Funktion wirksam ([x]) oder unwirksam ([ ]) sein soll.

Sinngemäß verhält es sich in Bezug auf die Signalquelleninformation, die am Ende des jeweiligen Signals anzeigbar ist. Die Zuordnung ist wie folgt festgelegt: Y1 = Kanal 1, Y2 = Kanal 2, R1 = REF1, R2 = REF2, R3 = REF 3, M1 = MAT1, M2 = MAT2 und M3 = MAT3.

45.2 PRINT

Mit einem langen Tastendruck wird eine Dokumentation (Hardcopy) ausgelöst, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

1. Das Oszilloskop muß mit dem extern anschließbaren Interface HO79-6 ausgerüstet sein.
2. Im HO79-6 muß sich die Software V3.xx befinden.

Das zur Dokumentation benutzte Gerät (z.B. Drucker, Plotter) muß mit einer der Schnittstellen des Interface HO79-6 verbunden sein. Die Dokumentation beinhaltet die Signaldarstellung, das Meßraster, die Meßparameter und zusätzliche Informationen (Oszilloskoptyp und Interface-Softwareversion).

Die **PRINT**-Taste kann anstelle der „**START**"-Taste des Interface **HO79-6**, die bei Einbau des Oszilloskops in einem Gestellrahmen (Rack) oft nicht zugänglich ist, benutzt werden.

Weitere Informationen enthält das dem Interface HO79-6 beiliegende Handbuch.

E: MAIN MENU

Das Oszilloskop verfügt über mehrere Softwaremenüs. Folgende Menüs, Untermenüs und Menüpunkte stehen zur Verfügung:

1. ADJUSTMENT enthält folgende Untermenüs:

1.1 AUTO ADJUSTMENT mit den Menüpunkten
1.1.1 SWEEP START POSITION
1.1.2 Y AMP
1.1.3 TRIGGER AMP
1.1.4 X MAG POS
1.1.5 CT X POS
1.1.6 STORE AMP

Der Aufruf eines dieser Menüpunkte darf nur erfolgen, wenn keine Signale an den BNC-Buchsen anliegen. Weitere Informationen sind dem Abschnitt „Abgleich" zu entnehmen.

1.2 MANUAL ADJUSTMENT
beinhaltet Menüpunkte, die nur von HAMEG autorisierten Werkstätten zur Verfügung stehen.

2. SETUP & INFO enthält die Untermenüs:

2.1 MISCELLANEOUS (Verschiedenes)
Aktive Funktionen sind mit „x" gekennzeichnet. Mit SET wird aktiv bzw. inaktiv geschaltet.

2.1.1 CONTROL BEEP. Betrifft akustische Signale, die bei fehlerfreier Bedienung ertönen.

2.1.2 ERROR BEEP. Bezieht sich auf Signaltöne, mit denen Fehlbedienungen signalisiert werden.

2.1.3 QUICK START. Bei aktivierter Funktion ist das Oszilloskop nach kurzer Zeit einsatzbereit. Dann werden weder das HAMEG-Logo, noch die Prüf- und Initialisierungsroutinen angezeigt.

2.2 FACTORY
Alle darin enthaltenen Menüpunkte stehen nur von HAMEG autorisierten Werkstätten zur Verfügung.

2.3 INFO
Gibt Auskunft über die Hard- und Software des Oszilloskops.

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Vor der ersten Inbetriebnahme muß die Verbindung zwischen Schutzleiteranschluß und dem Netz-Schutzleiter, vor jeglichen anderen Verbindungen, hergestellt sein (Netzstecker also vorher anschließen).

Danach sollten die Meßkabel an die BNC-Eingänge angeschlossen werden und erst dann mit dem zunächst stromlosen Meßobjekt verbunden werden, das anschließend einzuschalten ist.

Mit der roten Netztaste POWER wird das Gerät in Betrieb gesetzt; dabei leuchten zunächst mehrere Anzeigen auf. Dann übernimmt das Oszilloskop die Einstellungen, welche beim vorhergehenden Ausschalten vorlagen. Wird nach ca. 20 Sekunden Anheizzeit kein Strahl bzw. das Readout sichtbar, sollte die AUTOSET-Taste betätigt werden. Ist die Zeitlinie sichtbar, kann mit dem INT./FOC.-Knopf die geeignete Helligkeit und die maximale Schärfe eingestellt werden. Dabei sollte die Eingangskopplung auf GND (ground = Masse) geschaltet sein. Der Eingang ist dann abgeschaltet. Damit ist sichergestellt, daß keine Störspannungen von außen die Fokussierung beeinflussen können.

Zur Schonung der Strahlröhre sollte immer nur mit jener Strahlintensität gearbeitet werden, die Meßaufgabe und Umgebungsbeleuchtung gerade erfordern. Besondere Vorsicht ist bei stehendem, punktförmigen Strahl geboten. Zu hell eingestellt, kann dieser die Leuchtschicht der Röhre beschädigen. Ferner schadet es der Kathode der Strahlröhre, wenn das Oszilloskop oft kurz hintereinander aus- und eingeschaltet wird.

Strahldrehung TR

Trotz Mumetall-Abschirmung der Bildröhre lassen sich erdmagnetische Einwirkungen auf die horizontale Strahllage nicht ganz vermeiden. Das ist abhängig von der Aufstellrichtung des Oszilloskops am Arbeitsplatz. Dann verläuft die horizontale Strahllinie in Schirmmitte nicht exakt parallel zu den Rasterlinien. Die Korrektur weniger Winkelgrade ist möglich (siehe Bedienelemente und Readout > D: Beschreibung der Bedienelemente > (3) TRACE ROT.).

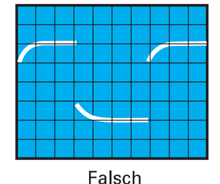
Tastkopf-Abgleich und Anwendung

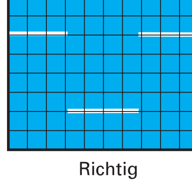
Damit der verwendete Tastteiler die Form des Signals unverfälscht wiedergibt, muß er genau an die Eingangsimpedanz des Meßverstärkers angepaßt werden. Ein im Oszilloskop eingebauter Generator liefert hierzu ein Rechtecksignal mit sehr kurzer Anstiegszeit (<4ns am $0{,}2V_{SS}$ Ausgang), dessen Frequenz wählbar ist. Das Rechtecksignal kann der konzentrischen Buchse unterhalb des Bildschirms entnommen werden. Sie liefert $0.2V_{SS}$ ±1% für Tastteiler 10:1. Die Spannung entspricht einer Bildschirmamplitude von 4cm Höhe, wenn der Eingangsteiler auf den Ablenkkoeffizienten 5mV/cm eingestellt ist. Der Innendurchmesser der Buchse beträgt 4,9mm und entspricht dem (an Bezugspotential liegenden) Außendurch-messer des Abschirmrohres von modernen Tastköpfen der Serie F (international vereinheitlicht). Nur hierdurch ist eine extrem kurze Masseverbindung möglich, die für hohe Signal-frequenzen und eine unverfälschte Kurvenform-Wiedergabe von nicht-sinusförmigen Signalen Voraussetzung ist.

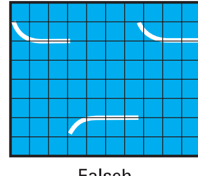
Abgleich 1kHz

Dieser C-Trimmerabgleich (NF-Kompensation) kompensiert die kapazitive Belastung des Oszilloskop-Eingangs. Durch den Abgleich bekommt die kapazitive Teilung dasselbe Teilerverhältnis wie die ohmsche Spannungsteilung. Dann ergibt sich bei hohen und niedrigen Frequenzen dieselbe Spannungsteilung wie für Gleichspannung. Für Tastköpfe 1:1 oder auf 1:1 umgeschaltete Tastköpfe ist dieser Abgleich weder nötig noch möglich. Voraussetzung für den Abgleich ist die Parallelität der Strahllinie mit den horizontalen Rasterlinien (siehe ,,Strahldrehung TR").

Tastteiler 10:1 an den Eingang des Kanals anschließen, an dem der Tastkopf benutzt werden soll, Eingangskopplung auf DC stellen, Eingangsteiler auf 5mV/cm und TIME/DIV. auf 0.2ms/cm schalten (beide kalibriert), Tastkopf (Teiler 10:1) in die CAL.-Buchse einstecken.


Falsch


Richtig

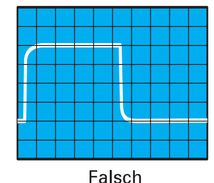

Falsch

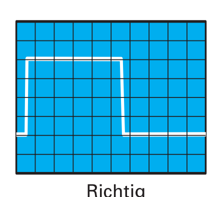
Auf dem Bildschirm sind 2 Wellenzüge zu sehen. Nun ist der NF-Kompensationstrimmer abzugleichen, dessen Lage der Tastkopfinformation zu entnehmen ist. Mit dem beigegebenen Isolierschraubendreher ist der Trimmer so abzugleichen, bis die oberen Dächer des Rechtecksignals exakt parallel zu den

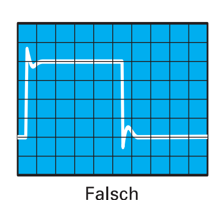
horizontalen Rasterlinien stehen (siehe Bild 1kHz). Dann sollte die Signalhöhe 4cm ±1,2mm (= 3%) sein. Die Signalflanken sind in dieser Einstellung unsichtbar.

Abgleich 1MHz

Ein HF-Abgleich ist bei den Tastköpfen HZ51, 52 und 54 möglich. Diese besitzen Entzerrungsglieder, mit denen es möglich ist, den Tastkopf auf einfachste Weise im Bereich der oberen Grenzfrequenz des Meßverstärkers optimal abzugleichen. Nach diesem Abgleich erhält man nicht nur die maximal mögliche Bandbreite im Tastteilerbetrieb, sondern auch eine weitgehend konstante Gruppenlaufzeit am Bereichsende. Dadurch werden Einschwingverzerrungen (wie Überschwingen, Abrundung, Nachschwingen, Löcher oder Höcker im Dach) in der Nähe der Anstiegsflanke auf ein Minimum begrenzt. Die Bandbreite des Oszilloskops wird also bei Benutzung der Tastköpfe HZ51, 52 und 54 ohne Inkaufnahme von Kurvenformverzerrungen voll genutzt. Voraussetzung für diesen HF-Abgleich ist ein Rechteckgenerator mit kleiner Anstiegszeit (typisch 4 ns) und niederohmigem Ausgang (ca. 50 Ohm), der bei einer Frequenz von 1MHz eine Spannung von 0,2V_{SS} abgibt. Der Kalibratorausgang des Oszilloskops erfüllt diese Bedingungen.


Falsch


Richtig


Falsch

Tastköpfe des Typs HZ51, 52 oder 54 an den zuvor beim 1kHz-Abgleich benutzten Eingang anschließen, Kalibratorfrequenz 1MHz wählen, Eingangskopplung auf DC, Eingangsteiler auf 5mV/cm und TIME/DIV. auf 100ns/cm stellen (beide kalibriert). Tastkopf in Buchse 0.2Vpp einstecken. Auf dem Bildschirm ist ein Wellenzug zu sehen, dessen Rechteckflanken jetzt auch sichtbar sind. Nun wird der HF-Abgleich durchgeführt. Dabei sollte man die Anstiegsflanke und die obere linke Impuls-Dachecke beachten.

Auch die Lage der Abgleichelemente für die HF-Kompensation ist der Tastkopfinformation zu entnehmen.
Die Kriterien für den HF-Abgleich sind:

- Kurze Anstiegszeit; also eine steile Anstiegsflanke.
- Minimales Überschwingen mit möglichst geradlinigem Dach; somit ein linearer Frequenzgang.

Die HF-Kompensation sollte so vorgenommen werden, daß der Übergang von der Anstiegsflanke auf das Rechteckdach weder zu stark verrundet, noch mit starkem Überschwingen erfolgt. Tastköpfe mit einem HF-Abgleichpunkt sind, im Gegensatz zu Tastköpfen mit mehreren Abgleichpunkten, naturgemäß einfacher abzugleichen. Dafür bieten mehrere HF-Abgleich-punkte den Vorteil, daß sie eine optimalere Anpassung zulassen. Nach beendetem HF-Abgleich ist auch bei 1MHz die Signalhöhe am Bildschirm zu kontrollieren. Sie soll denselben Wert haben, wie oben beim 1kHz-Abgleich angegeben.

Es wird darauf hingewiesen, daß die Reihenfolge: Erst 1kHz, dann 1MHz-Abgleich einzuhalten ist, aber nicht wiederholt werden muß.

Voraussetzung für einen einfachen und exakten Tastteiler abgleich (oder eine Ablenkkoeffizientenkontrolle) sind horizontale Impulsdächer, kalibrierte Impulshöhe und Nullpotential am negativen Impulsdach. Frequenz und Tastverhältnis sind dabei nicht kritisch.

Betriebsarten der Y-Meßverstärker

Die für die Betriebsarten der Meßverstärker wichtigsten Bedienelemente sind die Drucktasten: CHI (15), DUAL (16) und CHII (19).

Die Betriebsartenumschaltung ist im Abschnitt "Bedienelemente und Readout" beschrieben.

Die gebräuchlichste Art der mit Oszilloskopen vorgenommenen Signaldarstellung ist der Yt-Betrieb. In dieser Betriebsart lenkt die Amplitude des zu messenden Signals (bzw. der Signale) den Strahl in Y-Richtung ab. Gleichzeitig wird der Strahl von links nach rechts abgelenkt (Zeitbasis).

Der bzw. die Y-Meßverstärker bietet/bieten dabei folgende Möglichkeiten:

1. Die Darstellung nur eines Signals im Kanal I-Betrieb.
2. Die Darstellung nur eines Signals im Kanal II-Betrieb.
3. Die Darstellung von zwei Signalen im DUAL- (Zweikanal-) Betrieb.
4. Die Darstellung eines Signals, welches aus der algebraischenSumme oder Differenz („add") von zwei Signalen resultiert.

Bei DUAL-Betrieb arbeiten beide Kanäle. Die Art, wie die Signale beider Kanäle dargestellt werden, hängt von der Zeitbasis ab (siehe "Bedienelemente und Readout"). Die Kanalumschaltung kann nach jedem Zeit-Ablenkvorgang (alternierend) erfolgen. Beide Kanäle können aber auch innerhalb einer Zeit-Ablenkperiode mit einer hohen Frequenz ständig umgeschaltet (chop mode) werden. Dann sind auch langsam verlaufende Vorgänge flimmerfrei darstellbar.

Für das Oszilloskopieren langsam verlaufender Vorgänge mit Zeitkoeffizienten ≥500µs/cm ist die alternierende Betriebsart meist nicht geeignet. Das Schirmbild flimmert dann zu stark, oder es scheint zu springen.

Für Oszillogramme mit höherer Folgefrequenz und entsprechend kleiner eingestellten Zeitkoeffizienten ist die gechoppte Art der Kanalumschaltung meist nicht sinnvoll.

Liegt Additions-Betrieb vor, werden die Signale beider Kanäle algebraisch addiert (+I ±II). Ob sich hierbei die Summe oder die Differenz der Signalspannungen ergibt, hängt von der Phasenlage bzw. Polung der Signale selbst und davon ab, ob eine Invertierung im Oszilloskop vorgenommen wurde.

Gleichphasige Eingangsspannungen:

Kanal II nicht invertiert	=	Summe.
Kanal II invertiert (INV)	=	Differenz.

Gegenphasige Eingangsspannungen:

Kanal II nicht invertiert	=	Differenz.
Kanal II invertiert (INV)	=	Summe.

In der Additions-Betriebsart ist die vertikale Strahllage von der Y-POS.-Einstellung beider Kanäle abhängig. Das heißt die Y-POS.-Einstellung wird addiert, kann aber nicht mit der Invertierung beeinflußt werden.

Signalspannungen zwischen zwei hochliegenden Schaltungspunkten werden oft im Differenzbetrieb beider Kanäle gemessen. Als Spannungsabfall an einem bekannten Widerstand lassen sich so auch Ströme zwischen zwei hochliegenden Schaltungsteilen bestimmen. Allgemein gilt, daß bei der Darstellung von Differenzsignalen die Entnahme der beiden Signalspannungen nur mit Tastteilern absolut gleicher Impedanz

und Teilung erfolgen darf. Für manche Differenzmessungen ist es vorteilhaft, die galvanisch mit dem Schutzleiter verbundenen Massekabel beider Tastteiler nicht mit dem Meßobjekt zu verbinden. Hierdurch können eventuelle Brumm- oder Gleichtaktstörungen verringert werden.

XY-Betrieb

Das für diese Betriebsart wichtigste Bedienelement ist die mit DUAL und MENU bezeichnete Drucktaste (16).

Die Betriebsartenumschaltung ist im Abschnitt "Bedienelemente und Readout" unter Punkt (16) beschrieben.

In dieser Betriebsart ist die Zeitbasis abgeschaltet. Die X-Ablenkung wird mit dem über den Eingang von Kanal I (INPUT CH I (X) = Horizontal-Eingang) zugeführten Signal vorgenommen. Eingangsteiler und Feinregler von Kanal I werden im XY-Betrieb für die Amplitudeneinstellung in X-Richtung benutzt. Zur horizontalen Positionseinstellung ist aber der X-POS.-Regler zu benutzen. Der Positionsregler von Kanal I ist im XY-Betrieb unwirksam. Die maximale Empfindlichkeit und die Eingangsimpedanz sind nun in beiden Ablenkrichtungen gleich. Die X-Dehnung x10 ist unwirksam. Bei Messungen im XY-Betrieb ist sowohl die obere Grenzfrequenz (-3dB) des X-Verstärkers, als auch die mit höheren Frequenzen zunehmende Phasendifferenz zwischen X und Y zu beachten (siehe Datenblatt).

Eine Umpolung des Y-Signals durch Invertieren ist möglich!

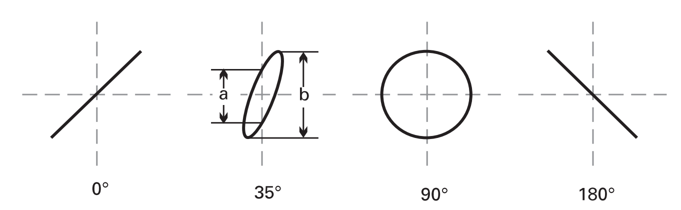
Der XY-Betrieb mit Lissajous-Figuren erleichtert oder ermöglicht gewisse Meßaufgaben:

- Vergleich zweier Signale unterschiedlicher Frequenz oder Nachziehen der einen Frequenz auf die Frequenz des anderen Signals bis zur Synchronisation. Das gilt auch noch für ganzzahlige Vielfache oder Teile der einen Signalfrequenz.

- Phasenvergleich zwischen zwei Signalen gleicher Frequenz.

Phasenvergleich mit Lissajous-Figur

Die folgenden Bilder zeigen zwei Sinus-Signale gleicher Frequenz und Amplitude mit unterschiedlichen Phasenwinkeln.



Die Berechnung des Phasenwinkels oder der Phasenverschiebung zwischen den X- und Y-Eingangsspannungen (nach Messung der Strecken a und b am Bildschirm) ist mit den folgenden Formeln und einem Taschenrechner mit Winkelfunktionen ganz einfach und übrigens unabhängig von den Ablenkamplituden auf dem Bildschirm.
Hierbei muß beachtet werden:

$$\sin \varphi = \frac{a}{b}$$

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2}$$

$$\varphi = \arcsin \frac{a}{b}$$

- Wegen der Periodizität der Winkelfunktionen sollte die rechnerische Auswertung auf Winkel £90° begrenzt werden. Gerade hier liegen die Vorteile der Methode.

- Keine zu hohe Meßfrequenz benutzen. Die im XY-Betrieb benutzten Meßverstärker weisen mit zunehmender Frequenz eine gegenseitige Phasenverschiebung auf. Oberhalb der im Datenblatt angegebenen Frequenz wird der Phasenwinkel von 3° überschritten.

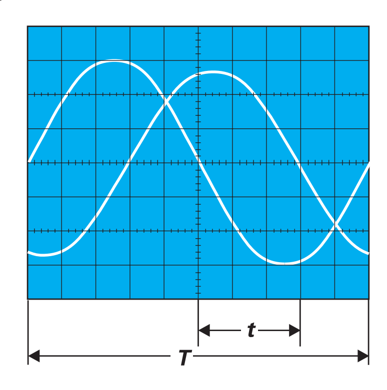
- Aus dem Schirmbild ist nicht ohne weiteres ersichtlich, ob die Testspannung gegenüber der Bezugsspannung vor- oder nacheilt. Hier kann ein CR-Glied vor dem Testspannungseingang des Oszilloskops helfen. Als R kann gleich der 1M Ohm Eingangswiderstand dienen, so daß nur ein passender Kondensator C vorzuschalten ist. Vergrößert sich die Öffnungsweite der Ellipse (gegenüber kurzgeschlossenem C), dann eilt die Testspannung vor und umgekehrt. Das gilt aber nur im Bereich bis 90° Phasenverschiebung. Deshalb sollte C genügend groß sein und nur eine relativ kleine, gerade gut beobachtbare Phasenverschiebung bewirken.

Falls im XY-Betrieb beide Eingangsspannungen fehlen oder ausfallen, wird ein sehr heller Leuchtpunkt auf dem Bildschirm abgebildet. Bei zu hoher Helligkeitseinstellung kann dieser Punkt in die Leuchtschicht einbrennen, was entweder einen bleibenden Helligkeitsverlust, oder im Extremfall, eine vollständige Zerstörung der Leuchtschicht an diesem Punkt verursacht.

Phasendifferenzmessung im Zweikanal-Betrieb (Yt)

Achtung: Phasendifferenzmessungen sind im Zweikanal Yt-Betrieb nicht möglich, wenn alternierende Triggerung vorliegt.

Eine größere Phasendifferenz zwischen zwei Eingangssignalen gleicher Frequenz und Form läßt sich sehr einfach im Yt-Zweikanalbetrieb (DUAL) am Bildschirm messen. Die Zeitablenkung wird dabei von dem Signal getriggert, das als Bezug (Phasenlage 0) dient. Das andere Signal kann dann einen vor- oder nacheilenden Phasenwinkel haben. Die Ablesegenauigkeit wird hoch, wenn auf dem Schirm nicht viel mehr als eine Periode und etwa gleiche Bildhöhe beider Signale eingestellt wird.



Zu dieser Einstellung können ohne Einfluß auf das Ergebnis auch die Feinregler für Amplitude und Zeitablenkung und der LEVEL-Knopf benutzt werden. Beide Zeitlinien werden vor der Messung mit den Y-POS.-Knöpfen auf die horizontale Raster-Mittellinie eingestellt. Bei sinusförmigen Signalen beobachtet man die Nulldurchgänge; die Sinuskuppen sind weniger geeignet. Ist ein Sinussignal durch geradzahlige Harmonische merklich verzerrt (Halbwellen nicht spiegelbildlich zur X-Achse) oder wenn eine Offset-Gleichspannung vorhanden ist, empfiehlt sich AC-Kopplung für beide Kanäle. Handelt es sich um Impulssignale gleicher Form, liest man an steilen Flanken ab.

Phasendifferenzmessung im Zweikanalbetrieb

$$\varphi° = \frac{t}{T} \cdot 360° = \frac{3}{10} \cdot 360° = 108°$$

t = Horizontalabstand der Nulldurchgänge in cm.
T = Horizontalabstand für eine Periode in cm.

Im Bildbeispiel ist t = 3cm und T = 10cm. Daraus errechnet sich eine Phasendifferenz in Winkelgraden von oder in Bogengrad ausgedrückt

$$\text{arc } \varphi° = \frac{t}{T} \cdot 2\pi = \frac{3}{10} \cdot 2\pi = 1{,}885 \text{ rad}$$

Relativ kleine Phasenwinkel bei nicht zu hohen Frequenzen lassen sich genauer im XY-Betrieb mit Lissajous-Figur messen.

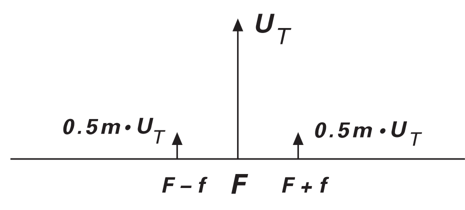
Messung einer Amplitudenmodulation

Die momentane Amplitude u im Zeitpunkt t einer HF-Trägerspannung, die durch eine sinusförmige NF-Spannung unverzerrt amplitudenmoduliert ist, folgt der Gleichung

$$u = U_T \cdot \sin\Omega t + 0{,}5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega\text{-}\omega)\, t - 0{,}5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega+\omega)t$$

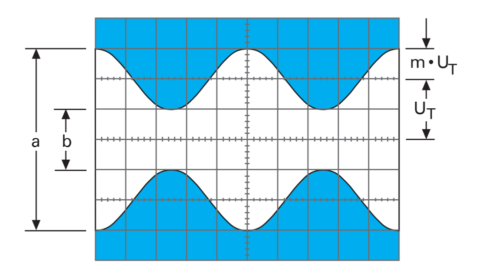
Hierin ist
UT = unmodulierte Trägeramplitude,
Ω = 2pF = Träger-Kreisfrequenz,
ω = 2pf = Modulationskreisfrequenz,
m = Modulationsgrad (i.a. ?1º 100%).

Neben der Trägerfrequenz F entstehen durch die Modulation die untere Seitenfrequenz F-f und die obere Seitenfrequenz F+f.



Figur 1: Spektrumsamplituden und -frequenzen bei AM (m = 50%)

Das Bild der amplitudenmodulierten HF-Schwingung kann mit dem Oszilloskop sichtbar gemacht und ausgewertet werden, wenn das Frequenzspektrum innerhalb der Oszilloskop-Bandbreite liegt. Die Zeitbasis wird so eingestellt, daß mehrere Wellenzüge der Modulationsfrequenz sichtbar sind. Genau genommen sollte mit Modulationsfrequenz (vom NF-Generator oder einem Demodulator) extern getriggert werden. Interne Triggerung ist unter Zuhilfenahme des Zeit-Feinstellers oft möglich.



Figur 2: Amplitudenmodulierte Schwingung:
F = 1MHz; f = 1kHz;
m = 50%;
UT = 28,3mVeff.

Oszilloskop-Einstellung für ein Signal entsprechend Figur 2:
Kanal I-Betrieb. Y: CH I; 20mV/cm; AC.
TIME/DIV.: 0.2ms/cm.
Triggerung: NORMAL; AC;
int. mit Zeit-Feinsteller
(oder externe Triggerung).

Liest man die beiden Werte a und b vom Bildschirm ab, so errechnet sich der Modulationsgrad aus

$$m = \frac{a-b}{a+b} \quad \text{bzw.} \quad m = \frac{a-b}{a+b} \cdot 100\ [\%]$$

Hierin ist

$$a = U_T\,(1+m) \text{ und } b = U_T\,(1-m).$$

Bei der Modulationsgradmessung können die Feinstellknöpfe für Amplitude und Zeit beliebig verstellt sein. Ihre Stellung geht nicht in das Ergebnis ein.

Triggerung und Zeitablenkung

Die für diese Funktionen wichtigsten Bedien-elemente befinden sich rechts von den VOLTS/DIV.-Drehknöpfen. Sie sind im Abschnitt ”Bedienelemente und Readout” beschrieben.

Die zeitliche Änderung einer zu messenden Spannung (Wechselspannung) ist im Yt-Betrieb darstellbar. Hierbei lenkt das Meßsignal den Elektronenstrahl in Y-Richtung ab, während der Zeitablenkgenerator den Elektronenstrahl mit einer konstanten, aber wählbaren Geschwindigkeit von links nach rechts über den Bildschirm bewegt (Zeitablenkung).

Im allgemeinen werden sich periodisch wiederholende Spannungsverläufe mit sich periodisch wiederholender Zeitablenkung dargestellt. Um eine ”stehende” auswertbare Darstellung zu erhalten, darf der jeweils nächste Start der Zeitablenkung nur dann erfolgen, wenn die gleiche Position (Spannungshöhe und Flankenrichtung) des Signalverlaufes vorliegt, an dem die Zeitablenkung auch zuvor ausgelöst (getriggert) wurde.

Anmerkung:
Reine Gleichspannungen können die Triggerung nicht auslösen, da sie keine zeitlichen Änderungen aufweisen und somit auch keine Flanke vorliegt auf die getriggert werden könnte.

Die Triggerung kann durch das Meßsignal selbst (interne Triggerung) oder durch eine extern zugeführte mit dem Meßsignal synchrone Spannung erfolgen (externe Triggerung).

Die zur Triggerung benötigte Mindestamplitude des Triggersignals nennt man Triggerschwelle, die mit einem Sinussignal bestimmbar ist. Bei interner Triggerung wird die Triggerspannung dem Meßsignal des als Triggerquelle gewählten Meßverstärkers (nach dem Teilerschalter) entnommen. Die Mindestamplitude (Triggerschwelle) wird bei interner Triggerung in Millimetern (mm) spezifiziert und bezieht sich auf die vertikale Auslenkung auf dem Bildschirm. Damit wird vermieden, daß für jede Teilerschalterstellung unterschiedliche Spannungswerte berücksichtigt werden müssen.

Wird die Triggerspannung extern zugeführt, ist sie an der entsprechenden Buchse in Vss zu messen. In gewissen Grenzen kann die Triggerspannung viel höher sein als an der Triggerschwelle. Im allgemeinen sollte der 20fache Wert nicht überschritten werden.

Das Oszilloskop hat zwei Trigger-Betriebsarten, die nachstehend beschrieben werden.

Automatische Spitzenwert-Triggerung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen NM - AT - (9), LEVEL (11) und TRIG. MODE (20) unter ”Bedienelemente und Readout” zu entnehmen. Mit dem Betätigen der AUTOSET -Taste wird automatisch diese Triggerart eingeschaltet. Bei DC-Triggerkopplung und bei alternierender Triggerung wird die Spitzenwerterfassung automatisch abgeschaltet, während die Funktion der Trigger-Automatik erhalten bleibt.

Die Zeitablenkung wird bei automatischer Spitzenwert-Triggerung auch dann periodisch ausgelöst, wenn keine Meßwechselspannung oder externe Triggerwechselspannung anliegt. Ohne Meßwechselspannung sieht man dann eine Zeitlinie (von der ungetriggerten, also freilaufenden Zeitablenkung), die auch eine Gleichspannung anzeigen kann.

Bei anliegender Meßspannung beschränkt sich die Bedienung im wesentlichen auf die richtige Amplituden- und Zeitbasis-Einstellung bei immer sichtbarem Strahl.

Der Trigger-LEVEL-Einsteller ist bei automatischer Spitzenwert-Triggerung wirksam. Sein Einstellbereich stellt sich automatisch auf die Spitze-Spitze-Amplitude des gerade angelegten Signals ein und wird damit unabhängiger von der Signal-Amplitude und -Form.

Beispielsweise darf sich das Tastverhältnis von rechteckförmigen Spannungen zwischen 1 : 1 und ca. 100 : 1 ändern, ohne daß die Triggerung ausfällt.

Es ist dabei unter Umständen erforderlich, daß der Trigger-LEVEL-Einsteller fast an das Einstellbereichsende zu stellen ist. Bei der nächsten Messung kann es erforderlich werden, den Trigger-LEVEL-Einsteller anders einzustellen.

Diese Einfachheit der Bedienung empfiehlt die automatische Spitzenwert-Triggerung für alle unkomplizierten Meßaufgaben. Sie ist aber auch die geeignete Betriebsart für den ‚Einstieg" bei diffizilen Meßproblemen, nämlich dann, wenn das Meßsignal selbst in Bezug auf Amplitude, Frequenz oder Form noch weitgehend unbekannt ist.

Die automatische Spitzenwert-Triggerung ist unabhängig von der Triggerquelle und ist, sowohl bei interner wie auch externer Triggerung anwendbar. Sie arbeitet oberhalb 20Hz.

Normaltriggerung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen NM - AT - (9), LEVEL (11) und TRIG. MODE (20) unter "Bedienelemente und Readout" zu entnehmen. Hilfsmittel zur Triggerung sehr schwieriger Signale sind die Zeit-Feinsteinstellung (VAR.) und die HOLDOFF-Zeiteinstellung.

Mit Normaltriggerung und passender Trigger-LEVEL-Einstellung kann die Auslösung bzw. Triggerung der Zeitablenkung an jeder Stelle einer Signalflanke erfolgen. Der mit dem Trigger-LEVEL-Knopf erfaß-bare Triggerbereich ist stark abhängig von der Amplitude des Triggersignals.

Ist bei interner Triggerung die Bildhöhe kleiner als 1cm, erfordert die Einstellung wegen des kleinen Fangbereichs etwas Feingefühl.

Bei falscher Trigger-LEVEL-Einstellung und/oder bei fehlendem Triggersignal wird die Zeitbasis nicht gestartet und es erfolgt keine Strahldarstellung. Mit Normaltriggerung sind auch komplizierte Signale triggerbar. Bei Signalgemischen ist die Triggermöglichkeit abhängig von gewissen periodisch wiederkehrenden Pegelwerten, die u.U. erst bei gefühlvollem Drehen des Trigger-LEVEL-Einstellers gefunden werden.

Flankenrichtung

Die mit der Drucktaste (9) eingestellte (Trigger-) Flankenrichtung wird im Readout angezeigt. Siehe auch "Bedienelemente und Readout". Die Flankenrichtungseinstellung wird durch AUTOSET nicht beeinflußt.

Die Triggerung kann bei automatischer und bei Normaltrigge-rung wahlweise mit einer steigenden oder einer fallenden Triggerspannungsflanke einsetzen. Steigende Flanken liegen vor, wenn Spannungen, vom negativen Potential kommend, zum positiven Potential ansteigen. Das hat mit Null- oder Massepotential und absoluten Spannungswerten nichts zu tun. Die positive Flankenrichtung kann auch im negativen Teil einer Signalkurve liegen. Eine fallende Flanke löst die Trigge-rung sinngemäß aus. Dies gilt bei automatischer und bei Normaltriggerung.

Triggerkopplung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen NM - AT - (9), LEVEL (11) und TRIG. MODE (20) unter "Bedienelemente und Readout" zu entnehmen. Mit AUTOSET wird immer auf AC-Triggerkopplung geschaltet. Die Durchlaß-Frequenzbereiche der Triggerkopplungsarten sind dem "Datenblatt" entnehmbar. Bei interner DC- oder LF-Triggerkopplung sollte immer mit Normaltriggerung und Trigger-LEVEL-Einstellung gearbeitet werden.

Die Ankopplungsart und der daraus resultierende Durchlaß-Frequenzbereich des Triggersignals können mit der Triggerkopplung bestimmt werden.

AC: Ist die am häufigsten zum Triggern benutzte Kopplungsart. Unterhalb und oberhalb des Durchlaß-Frequenzbereiches steigt die Triggerschwelle zunehmend an.

DC: Bei DC-Triggerung gibt es keine untere Frequenzbereichsgrenze, da das Triggersignal galvanisch an die Triggereinrichtung angekoppelt wird. Diese Triggerkopplung ist dann zu empfehlen, wenn bei ganz langsamen Vorgängen auf einen bestimmten Pegelwert des Meßsignals getriggert werden soll, oder wenn impulsartige Signale mit sich während der Beobachtung ständig ändernden Tastverhältnissen dargestellt werden müssen.

HF: Der Durchlaß-Frequenzbereich in dieser Triggerkopplungsart entspricht einem Hochpaß. HF-Triggerkopplung ist für alle hochfrequenten Signale günstig. Gleichspannungsschwankungen und tieffrequentes (Funkel-) Rauschen der Triggerspannung werden unterdrückt, was sich günstig auf die Stabilität der Triggerung auswirkt.

LF: Mit LF-Triggerkopplung liegt Tiefpaßverhalten vor. In Verbindung mit Normaltriggerung gibt es wie bei DC-Triggerkopplung keine untere Grenze des Durchlaß-Frequenzbereiches (galvanische Kopplung). In Kombination mit automatischer (Spitzenwert) Triggerung wird das Triggersignal bei LF-Triggerkopplung über einen Kondensator angekoppelt. Dadurch gibt es eine untere Grenzfrequenz, die aber unter der Wiederholfrequenz der Triggerautomatik liegt und deshalb nicht stört.

Die LF-Triggerkopplung ist häufig für niederfrequente Signale besser geeignet als die DC-Triggerkopplung, weil höherfrequente Rauschgrößen innerhalb der Triggerspannung stark unterdrückt werden. Das vermeidet oder verringert im Grenzfall Jittern oder Doppelschreiben, insbesondere bei sehr kleinen Eingangsspannungen. Oberhalb des Durchlaß-Frequenzbereiches steigt die Triggerschwelle zunehmend an.

TvL (TV-Zeile): siehe folgenden Absatz, TV (Zeilensynchronimpuls-Triggerung)

TvF (TV-Bild): siehe folgenden Absatz, TV (Bildsynchronimpuls- Triggerung)

~ (LINE - Netztriggerung) : siehe Absatz "Netztriggerung"

TV (Videosignal-Triggerung)

Mit der Umschaltung auf TvL und TvF wird der TV-Synchronimpuls-Separator wirksam. Er trennt die Synchronimpulse vom Bildinhalt und ermöglicht eine von Bildinhaltsänderungen unabhängige Triggerung von Videosignalen.

Abhängig vom Meßpunkt sind Videosignale (FBAS- bzw. BAS-Signale = Farb-Bild-Austast-Synchron-Signale) als positiv oder negativ gerichtetes Signal zu messen. Nur bei richtiger Einstellung der (Trigger-) Flankenrichtung werden die Synchronimpulse vom Bildinhalt getrennt. Die Flankenrichtung der Vorderflanke der Synchronimpulse ist für die Einstellung der Flankenrichtung maßgebend; dabei darf die Signaldarstellung nicht invertiert sein. Ist die Spannung der Synchronimpulse am Meßpunkt positiver als der Bildinhalt, muß steigende Flankenrichtung gewählt werden. Befinden sich die Synchronimpulse unterhalb des Bildinhalts, ist deren Vorder-flanke fallend. Dann muß die fallende Flankenrichtung gewählt werden. Bei falscher Flankenrichtungswahl erfolgt die Darstel-lung unstabil bzw. ungetriggert, da dann der Bildinhalt die Triggerung auslöst. Die Videosignaltriggerung sollte mit automa-tischer Triggerung erfolgen. Bei interner Triggerung muß die Signalhöhe der Synchronimpulse mindestens 5mm betragen.

Das Synchronsignal besteht aus Zeilen- und Bildsynchronimpulsen, die sich unter anderem auch durch ihre Pulsdauer unter-scheiden. Sie beträgt bei Zeilensynchronimpulsen ca. 5µs im zeitlichen Abstand von 64µs. Bildsynchron-impulse bestehen aus mehreren Pulsen, die jeweils ca. 28µs lang sind und mit jedem Halbbildwechsel im Abstand von 20ms vorkommen. Beide Synchronimpulsarten unterscheiden sich somit durch ihre Zeitdauer und durch ihre Wiederholfrequenz. Es kann sowohl mit Zeilen- als auch mit Bildsynchronimpulsen getriggert werden.

Bildsynchronimpuls-Triggerung

Achtung:
Bei Bildsynchronimpuls-Triggerung in Verbindung mit geschaltetem (gechoppten) DUAL-Betrieb können in der Signaldarstellung Interferenzstörungen sichtbar werden. Es sollte dann auf alternierenden DUAL-Betrieb umgeschaltet werden. Unter Umständen sollte auch das Readout abgeschaltet werden.

Es ist ein dem Meßzweck entsprechender Zeit-Ablenkkoeffizient im TIME / DIV.-Feld zu wählen.

Bei der 2ms/div.-Einstellung wird ein vollständiges Halbbild dargestellt. Am linken Bildrand ist ein Teil der auslösenden Bildsynchronimpulsfolge und am rechten Bildschirmrand der aus mehreren Pulsen bestehende Bildsynchronimpuls für das nächste Halbbild zu sehen. Das nächste Halbbild wird unter diesen Bedingungen nicht dargestellt. Der diesem Halbbild folgende Bildsynchronimpuls löst erneut die Triggerung und die Darstellung aus. Ist die kleinste HOLDOFF-Zeit eingestellt, wird unter diesen Bedingungen jedes 2. Halbbild angezeigt. Auf welches Halbbild getriggert wird, unterliegt dem Zufall. Durch kurzzeitiges Unterbrechen der Triggerung kann auch zufällig auf das andere Halbbild getriggert werden.

Eine Dehnung der Darstellung kann durch Einschalten der X-MAG. x10 Funktion erreicht werden; damit werden einzelne Zeilen erkennbar. Vom Bildsynchronimpuls ausgehend kann eine X-Dehnung auch mit dem TIME/DIV.-Knopf vorgenommen werden. Es ist aber zu beachten, daß sich daraus eine scheinbar ungetriggerte Darstellung ergibt, weil dann jedes Halbbild die Triggerung auslöst. Das ist bedingt durch den Versatz (1/2 Zeile) zwischen beiden Halbbildern.

Zeilensynchronimpuls-Triggerung

Die Zeilensynchronimpuls-Triggerung kann durch jeden Synchronimpuls erfolgen. Um einzelne Zeilen darstellen zu können, ist die TIME/DIV.-Einstellung von 10µs/div. empfehlens-wert. Es werden dann ca. 1½ Zeilen sichtbar. Im allgemeinen hat das komplette Videosignal einen starken Gleichspannungs-anteil. Bei konstantem Bildinhalt (z.B. Testbild oder Farbbalken-generator) kann der Gleichspannungsanteil ohne weiteres durch AC-Eingangskopplung des Oszilloskop-Verstärkers unterdrückt werden.

Bei wechselndem Bildinhalt (z.B. normales Programm) empfiehlt sich aber DC-Eingangskopplung, weil das Signalbild sonst mit jeder Bildinhaltsänderung die vertikale Lage auf dem Bildschirm ändert. Mit dem Y-Positionseinsteller kann der Gleichspannungsanteil immer so kompensiert werden, daß das Signalbild in der Bildschirmrasterfläche liegt.

Die Sync-Separator-Schaltung wirkt ebenso bei externer Triggerung. Selbstverständlich muß der Spannungsbereich (siehe "Datenblatt") für die externe Triggerung eingehalten werden. Ferner ist auf die richtige Flankenrichtung zu achten, die bei externer Triggerung nicht unbedingt mit der Richtung des (am Y-Eingang anliegenden) Signal-Synchronimpulses übereinstimmen muß. Beides kann leicht kontrolliert werden, wenn die externe Triggerspannung selbst erst einmal (bei interner Triggerung) dargestellt wird.

Netztriggerung ~

Bei Netztriggerung wird das Triggerpunkt-Symbol nicht im Readout angezeigt.

Zur Triggerung mit Netzfrequenz wird eine Spannung aus dem Netzteil als netzfrequentes Triggersignal (50/60Hz) genutzt.

Diese Triggerart ist unabhängig von Amplitude und Frequenz des Y-Signals und empfiehlt sich für alle Signale, die netzsynchron sind. Dies gilt ebenfalls in gewissen Grenzen für ganzzahlige Vielfache oder Teile der Netzfrequenz. Die Netztriggerung erlaubt eine Signaldarstellung auch unterhalb der Triggerschwelle. Sie ist deshalb u.a. besonders geeignet zur Messung kleiner Brummspannungen von Netzgleichrichtern oder netzfrequenten Einstreuungen in eine Schaltung.

Im Gegensatz zur üblichen, flankenrichtungsbezogenen Triggerung, wird bei Netztriggerung mit der Flankenrichtungsumschaltung zwischen der positiven und der negativen Halbwelle gewählt (evtl. Netzstecker umpolen) und nicht die Flankenrichtung. Der Triggerpunkt kann mit dem dafür vorgesehenen Einsteller über einen gewissen Bereich der gewählten Halbwelle verschoben werden.

Netzfrequente magnetische Einstreuungen in eine Schaltung können mit einer Spulensonde nach Richtung (Ort) und Amplitude untersucht werden. Die Spule sollte zweckmäßig mit möglichst vielen Windungen dünnen Lackdrahtes auf einen kleinen Spulenkörper gewickelt und über ein geschirmtes Kabel an einen BNC-Stecker (für den Oszilloskop-Eingang) angeschlos-sen werden. Zwischen Stecker- und Kabelinnenleiter ist ein kleiner Widerstand von mindestens 100 Ohm einzubauen (Hochfrequenz-Entkopplung). Es kann zweckmäßig sein, auch die Spule außen statisch abzuschirmen, wobei keine Kurzschlußwindungen auftreten dürfen. Durch Drehen der Spule in zwei Achsrichtungen lassen sich Maximum und Minimum am Meßort feststellen.

Alternierende Triggerung

Diese Triggerart kann mit der TRIG. SOURCE-Taste (17) eingeschaltet werden. Bei alternierender Triggerung wird das Triggerpunkt-Symbol nicht im Readout angezeigt. Siehe "Bedienelemente und Readout".

Die alternierende Triggerung ist dann sinnvoll einsetzbar, wenn die getriggerte Darstellung von zwei Signalen, die asynchron zueinander sind, erfolgen soll. Die alternierende Triggerung kann nur dann richtig arbeiten, wenn die Kanalumschaltung alternierend erfolgt. Mit alternierender Triggerung kann eine Phasendifferenz zwischen beiden Eingangssignalen nicht mehr ermittelt werden. Zur Vermeidung von Triggerproblemen, bedingt durch Gleichspannungsanteile, ist AC-Eingangskopplung für beide Kanäle empfehlenswert.

Die interne Triggerquelle wird bei alternierender Triggerung entsprechend der alternierenden Kanalumschaltung nach jedem Zeitablenkvorgang umgeschaltet. Daher muß die Amplitude beider Signale für die Triggerung ausreichen.

Externe Triggerung

Die externe Triggerung wird mit der TRIG. SOURCE-Taste (17) eingeschaltet. Mit der Umschaltung auf diese Triggerart wird das Triggerpunkt-Symbol abgeschaltet.

Mit dem Einschalten dieser Triggerart wird die interne Triggerung abgeschaltet. Über die entsprechende BNC-Buchse kann jetzt extern getriggert werden, wenn dafür eine Spannung von 0,3Vss bis 3Vss zur Verfügung steht, die synchron zum Meßsignal ist. Diese Triggerspannung darf durchaus eine völlig andere Kurvenform als das Meßsignal haben. Die Triggerung ist in gewissen Grenzen sogar mit ganzzahligen Vielfachen oder Teilen der Meßfrequenz möglich; Phasenstarrheit ist allerdings Bedingung. Es ist aber zu beachten, daß Meßsignal und Triggerspannung trotzdem einen Phasenwinkel aufweisen können. Ein Phasenwinkel von z.B. 180° wirkt sich dann so aus, daß trotz positiver (Trigger-) Flankenwahl die Darstellung des Meßsignals mit einer negativen Flanke beginnt.

Die maximale Eingangsspannung an der BNC-Buchse beträgt 100V (DC+Spitze AC).

Triggeranzeige "TR"

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf die LED-Anzeige, die unter Punkt (10) im Absatz "Bedienelemente und Readout" aufgeführt ist.

Die Leuchtdiode leuchtet sowohl bei automatischer, als auch bei Normaltriggerung auf, wenn folgende Bedingungen erfüllt werden:

1. Das interne bzw. externe Triggersignal muß in ausreichender Amplitude (Triggerschwelle) am Triggerkomparator anliegen.

2. Die Referenzspannung am Komparator (Trigger-LEVEL) muß so eingestellt sein, daß sie von den Flanken des Triggersignals unter- und überschritten werden kann.

Dann stehen Triggerimpulse am Komparatorausgang für den Start der Zeitbasis und für die Triggeranzeige zur Verfügung.

Die Triggeranzeige erleichtert die Einstellung und Kontrolle der Triggerbedingungen, insbesondere bei sehr niederfrequenten (Normaltriggerung verwenden) oder sehr kurzen impulsförmigen Signalen.

Die triggerauslösenden Impulse werden durch die Triggeranzeige ca. 100ms lang gespeichert und angezeigt. Bei Signalen mit extrem langsamer Wiederholrate ist daher das Aufleuchten der LED mehr oder weniger impulsartig. Außerdem blitzt dann die Anzeige nicht nur beim Start der Zeitablenkung am linken Bildschirmrand auf, sondern - bei Darstellung mehrerer Kurvenzüge auf dem Schirm - bei jedem Kurvenzug.

Holdoff-Zeiteinstellung (Analogbetrieb)

Gerätespezifische Informationen sind dem Absatz DEL./TR. POS.-HO - LED (21) unter "Bedienelemente und Readout" zu entnehmen.

Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühlvollen Durchdrehen des LEVEL-Knopfes bei Normaltriggerung kein stabiler Triggerpunkt gefunden wird, kann in vielen Fällen eine stabile Triggerung durch Betätigung des HO - Knopfes erreicht werden. Mit dieser Einrichtung kann die Sperrzeit der Triggerung zwischen zwei Zeit-Ablenkperioden im Verhältnis von ca. 10:1 kontinuierlich vergrößert werden. Triggerimpulse die innerhalb dieser Sperrzeit auftreten, können den Start der Zeitbasis nicht auslösen.

Besonders bei Burst-Signalen oder aperiodischen Impulsfolgen gleicher Amplitude kann der Beginn der Triggerphase dann auf den jeweils günstigsten oder erforderlichen Zeitpunkt eingestellt werden.

Ein stark verrauschtes oder ein durch eine höhere Frequenz gestörtes Signal wird manchmal doppelt dargestellt. Unter Umständen läßt sich mit der Trigger-LEVEL-Einstellung nur die gegenseitige Phasenverschiebung beeinflussen, aber nicht die Doppeldarstellung. Die zur Auswertung erforderliche stabile Einzeldarstellung des Signals ist aber durch die Vergrößerung der HOLD OFF-Zeit leicht zu erreichen. Hierzu ist die HOLD OFF-Zeit langsam zu erhöhen, bis nur noch ein Signal abgebildet wird.

Eine Doppeldarstellung ist bei gewissen Impulssignalen möglich, bei denen die Impulse abwechselnd eine kleine Differenz der Spitzenamplituden aufweisen. Nur eine ganz genaue Trigger-LEVEL-Einstellung ermöglicht die Einzeldarstellung. Die HOLD OFF-Zeiteinstellung vereinfacht auch hier die richtige Einstellung.

Nach Beendigung dieser Arbeit sollte die HOLD OFF-Zeit unbedingt wieder auf Minimum zurückgedreht werden, weil sonst u.U. die Bildhelligkeit drastisch reduziert ist.

Die Arbeitsweise ist aus folgenden Abbildungen ersichtlich.

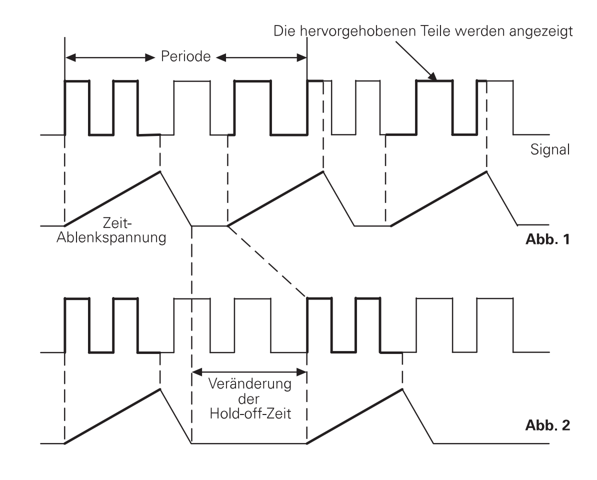


Abb. 1: zeigt das Schirmbild bei minimaler HOLD-OFF-Zeit (Grundstellung). Da verschiedene Teile des Kurvenzuges angezeigt werden, wird kein stehendes Bild dargestellt (Doppelschreiben).

Abb. 2: Hier ist die Holdoff-Zeit so eingestellt, daß immer die gleichen Teile des Kurvenzuges angezeigt werden. Es wird ein stehendes Bild dargestellt.

Ablenkverzögerung / After Delay Triggerung (Analogbetrieb)

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen DEL./TR. POS.-HO -LED (21) und DEL.MODE - ON/OFF (23) unter "Bedienelemente und Readout" zu entnehmen.

Wie im Absatz "Triggerung und Zeitablenkung" beschrieben, löst die Triggerung den Start der Zeitablenkung aus. Der zuvor nicht sichtbare Elektronenstrahl wird hellgetastet (sichtbar) und von links nach rechts abgelenkt, bis die maximale Ablenkung erfolgt ist. Danach wird der Strahl dunkelgetastet und es erfolgt der Strahlrücklauf (zurück in die Strahlstartposition). Nach Ablauf der Holdoff-Zeit kann dann die Zeitablenkung erneut durch die Triggerautomatik bzw. ein Triggersignal gestartet werden.

Da sich der Triggerpunkt immer am Strahlstart befindet, kann eine X-Dehnung der Signaldarstellung durch eine höhere Zeitablenkgeschwindigkeit (kleiner Zeit-Ablenkkoeffizient - TIME/ DIV.) - nur von diesem Punkt beginnend - vorgenommen werden. Bestimmte Signalanteile, die zuvor weiter rechts dargestellt wurden, sind dann in vielen Fällen nicht mehr darstellbar. Die Ablenkverzögerung löst derartige Probleme. Mit der Ablenkverzögerung kann die Auslösung der Zeitablenkung ab dem Triggerpunkt um eine vorwählbare Zeit verzögert werden. Damit besteht die Möglichkeit, praktisch an jeder Stelle einer Signalperiode mit der Zeitablenkung zu beginnen. Der dem verzögerten Start der Zeitablenkung folgende Zeitabschnitt läßt sich durch Erhöhung der Ablenkgeschwindigkeit stark gedehnt darstellen (Zeit-Ablenkkoeffizient verringern). Mit zunehmender Dehnung verringert sich die Strahlhelligkeit. Sie kann im Bedarfsfall erhöht werden (INTENS.-Einstellung).

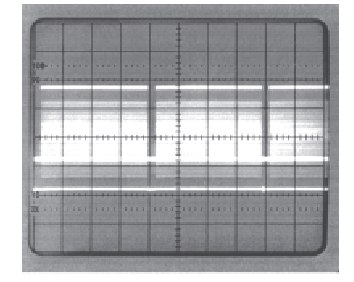
Wird das dargestellte Signal in X-Richtung unruhig dargestellt (jittern), besteht die Möglichkeit, dies durch nochmaliges Triggern nach Ablauf der Delay-Zeit zu verhindern.

Bei der Darstellung von Videosignalen besteht die Möglichkeit, auf Bildsynchronimpulse zu triggern (Tv-F). Nach Ablauf der vom Benutzer eingestellten Delay-Zeit, kann anschließend auf eine dann folgende Zeile (nach)getriggert werden (Readout: „dTr"). Damit sind z.B. Prüf- oder Datenzeilen einzeln darstellbar.

Die Handhabung der Ablenkverzögerung ist relativ einfach. Ausgehend vom normalen Betrieb, ohne Ablenkverzögerung, wird das zu verzögernde Signal zunächst mit 1 bis 3 Grundperioden dargestellt. Die Darstellung nur eines Teils einer Periode begrenzt die Wahl des gedehnten Zeitabschnitts und erschwert unter Umständen die Triggerung. Dagegen läßt sich der Bereich von 1 bis 3 Grundperioden mit TIME / DIV. einstellen. Hierbei sollte man die X-Dehnung x 10 abschalten und mit kalibrierter Zeitbasis arbeiten. Die Triggerung muß für den weiteren Verlauf auf eine gut triggernde Flanke eingestellt sein.

Die folgende Beschreibung setzt voraus, daß der Strahlstart am linken Rasterrand erfolgt, unverzögerter Zeitbasisbetrieb vorliegt und die X-Dehnung x10 zunächst abgeschaltet ist.

Bild 1 (FBAS-Signal)



MODE: DEL.MODE OFF
TIME / DIV. : 5ms/cm
Triggerkopplung: TvF
Triggerflanke: fallend (-)

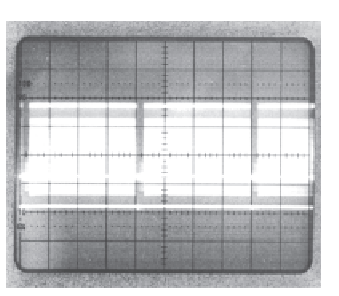
Nach dem Umschalten von unverzögertem auf verzögerten Zeitbasisbetrieb zeigt das Readout „sea" an und ein Teil des Strahls ist nicht mehr sichtbar. Sofern vorher eine verlängerte Holdoff-Zeit Einstellung vorlag, wird sie automatisch auf Minimum gesetzt (siehe Holdoff-Zeiteinstellung).

Nun kann die Verzögerungszeit mit dem TIME / DIV.-Drehknopf grob und dem DEL.POS.-Knopf fein eingestellt werden.

Dabei wird der Strahlstart noch nicht verzögert, sondern die Verzögerungszeit durch das Abschalten des Elektronenstrahls sichtbar gemacht; d.h. die sichtbare Strahllänge wird verkürzt. Befindet sich der DEL. POS.-Knopf am "Linksanschlag", wird der Strahl auf den ersten zwei Zentimetern am linken Rand dunkel. Dieser Bereich vergrößert sich um ca. 5cm, wenn der DEL. POS.-Einsteller ganz nach rechts gedreht wird.

Die Verzögerungszeit ist so einzustellen, daß die Strahllinie möglichst kurz vor dem zu vergrößernden Zeitabschnitt beginnt. Ist die Verzögerungszeit (maximal 7cm x Ablenkkoeffizient) nicht ausreichend, um bis zu dem später zu vergrößernden Signalteil zu gelangen, kann der Ablenkkoeffizient vergrößert werden. Mit anliegendem Signal wird dabei sichtbar, daß daraus ein größerer Ablenkkoeffizient resultiert; d.h. die Ablenkgeschwin-digkeit wird verringert. Die Verzögerungszeiteinstellung erfolgt relativ, d.h. bezogen auf den Ablenkkoeffizienten(siehe Bild 2).

Bild 2



MODE: „sea"
(SEARCH = suchen)
TIME / DIV. : 5ms/cm
Triggerkopplung: TvF
Triggerflanke: fallend (-)
Verzögerungszeit:
4cm x 5ms = 20ms

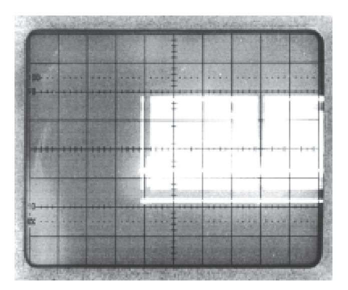
Bild 2 zeigt, daß die Verzögerungszeit auch meßbar ist. Sie ist identisch mit der eingestellten Verschiebung des Strahlanfangs. Man ermittelt sie durch Multiplikation des dunkelgetasteten Teils (horizontal) mit dem eingestellten Zeitkoeffizienten.

Mit der Umschaltung von „suchen" („sea") auf verzögern („del") wird wieder die gesamte Strahllänge, beginnend mit dem zuvor gewählten Zeitabschnitt, sichtbar, wenn der (gespeicherte) aktuelle Zeit-Ablenkkoeffizient nicht zu klein ist.

Ist wegen zu großer Dehnung (zu kleinem Ablenkkoeffizienten) der Strahl kaum oder gar nicht sichtbar, muß der Ablenkkoeffizient mit dem TIME / DIV.-Drehknopf vergrößert werden. Ein größerer Ablenkkoeffizient als der zuvor im SEARCH-Betrieb gewählte Wert kann nicht eingestellt werden.

Beispiel:
Der in Bild 2 in der „sea"-Einstellung gewählte Wert beträgt 5ms/cm. Im „del"-Betrieb mit ebenfalls 5ms/cm erfolgt deshalb eine verzögerte aber ungedehnte 1:1 Darstellung. Eine weitere Erhöhung des Ablenkkoeffizienten auf z.B. 10ms/cm wäre sinnlos und wird daher automatisch verhindert.

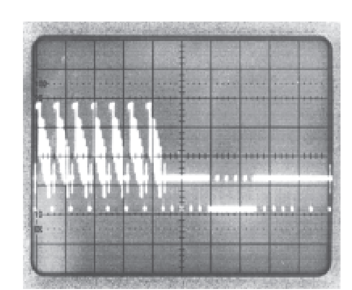
Bild 3



MODE: „del"
(DELAY = verzögern)
TIME / DIV. : 5ms/cm
Triggerkopplung: TvF
Triggerflanke: fallend (-)
Verzögerungszeit:
4cm x 5ms = 20ms

Die Dehnung läßt sich nun mit der Einstellung des Ablenkkoeffizienten verändern. Mit dem DEL. POS.-Einsteller ist auch nachträglich eine Veränderung der Verzögerungszeit und damit eine Verschiebung des gedehnten Abschnitts in horizontaler Richtung möglich. Bild 4 zeigt, daß eine fünfzigfache Dehnung durch das Umschalten des Ablenkkoeffizienten (TIME / DIV.) von 5ms/cm auf 0.1ms/cm erreicht wurde. Mit der Dehnung erhöht sich die Ablesegenauigkeit bei Zeitmessungen.

Bild 4



MODE: „del“
(DELAY = verzögern)
TIME / DIV. : 0.1ms/cm
Triggerkopplung: TvF
Triggerflanke: fallend (-)
Verzögerungszeit:
4cm x 5ms = 20ms

Die verzögerte und gedehnte Signaldarstellung kann nachgetriggert werden, wenn nach der Verzögerungszeit eine zum Triggern geeignete Signalflanke vorkommt. Dazu ist auf „dTr“ (2. Triggerung nach Ablauf der Verzögerungszeit - After Delay Triggerung) zu schalten. Die vor dem Umschalten vorliegenden Einstellungen der Triggerart (automatische Spitzenwert-Triggerung / Normal-Triggerung), Triggerkopplung, der Trigger-LEVEL-Einstellung und der Flankenrichtung bleiben erhalten und lösen den Start der Verzögerungszeit aus.

Bei "After Delay" Triggerung wird automatisch auf Normal-Triggerung (NM) und DC-Triggerkopplung geschaltet. Diese vorgegebenen Einstellungen können nicht verändert werden. Demgegenüber können der Triggerpunkt (LEVEL) und die Triggerflankenrichtung verändert werden, um auf den gewünschten Signalanteil triggern zu können. Bei nicht zur Triggerung ausreichender Signalamplitude bzw. ungeeigneter Trigger- LEVEL-Einstellung erfolgt kein Strahlstart und der Bildschirm zeigt keine Signaldarstellung.

Bei geeigneten Einstellungen kann auch jetzt mit dem DEL.POS.-Einsteller eine Verschiebung des gedehnten Signals in X-Richtung vorgenommen werden. Dies erfolgt aber nicht, wie im ungetriggerten DELAY-Betrieb, kontinuierlich, sondern von Triggerflanke zu Triggerflanke springend und bei den meisten Signalen nicht erkennbar. Im Falle der TV-Triggerung bedeutet dies, daß nicht nur auf Zeilensynchronimpulse, sondern auch auf im "Zeileninhalt" vorkommende Flanken getriggert werden kann.

Selbstverständlich ist die Dehnung nicht auf den im Beispiel gewählten Faktor 50 begrenzt. Eine Grenze bildet die mit zunehmender Dehnung abnehmende Strahlhelligkeit.

Der Umgang mit der Ablenkverzögerung, besonders bei schwierig darzustellenden Signalgemischen, bedarf einer gewissen Erfahrung. Die Aufzeichnung von Ausschnitten einfacher Signalarten ist dagegen von Anfang an problemlos. Der Einsatz der Ablenkverzögerung ist auch bei Zweikanal-betrieb und bei der Summen- und Differenzdarstellung möglich.

Liegt gechoppter DUAL-Betrieb vor und wird auf „del“ bzw. „dTr“ umgeschaltet, sowie nachfolgend der Zeitablenkkoeffizient verringert (TIME/DIV.), erfolgt keine automatische Umschaltung von gechopptem auf alternierenden DUAL-Betrieb.

Achtung:
In der Kombination von gechopptem DUAL-Betrieb und hoher X-Dehnung im DELAY-Betrieb können chopperbedingte Störungen sichtbar werden. Sie lassen sich durch Umschalten auf alternierenden DUAL-Betrieb beseitigen. Das Readout kann einen ähnlichen Effekt im CH I-, CH II- oder DUAL-Betrieb hervorrufen; dabei bleiben Teile der Signaldarstellung dunkel. Dann muß das READOUT abgeschaltet werden.

AUTOSET

Gerätespezifische Informationen sind dem Absatz AUTOSET (2) unter "Bedienelemente und Readout" zu entnehmen.

Wie bereits im Abschnitt "Bedienelemente und Readout" erwähnt, werden - bis auf die POWER-Taste - alle Bedienelemente elektronisch abgefragt. Sie lassen sich daher auch steuern. Daraus ergibt sich die Möglichkeit einer automatischen, signalbezogenen Geräteeinstellung im Yt (Zeitbasis)-Betrieb, so daß in den meisten Fällen keine weitere manuelle Bedienung erforderlich ist. AUTOSET schaltet immer auf Yt-Betrieb. Mit dem Betätigen der AUTOSET-Taste bleibt die zuvor gewählte Yt-Betriebsart unverändert, wenn Mono CHI-, CHII- oder DUAL-Betrieb vorlag; lag Additionsbetrieb vor, wird automatisch auf DUAL geschaltet. Der bzw. die Y-Ablenkkoeffizienten (VOLTS / DIV.) werden automatisch so gewählt, daß die Signalamplitude im Mono (Einkanal)-Betrieb ca. 6cm nicht überschreitet, während im DUAL-Betrieb jedes Signal mit ca. 4cm Höhe dargestellt wird. Dieses, wie auch die Erläuterungen für die automatische Zeitkoeffizienten (TIME / DIV.)-Einstellung, gilt für Signale, die nicht zu stark vom Tastverhältnis 1:1 abweichen.

Die automatische Zeitkoeffizienten-Einstellung sorgt für eine Darstellung von ca. 2 Signalperioden. Bei Signalen mit unterschiedlichen Frequenzanteilen, wie z.B. Videosignalen, erfolgt die Einstellung zufällig.

Durch die Betätigung der AUTOSET-Taste werden folgende Betriebsbedingungen vorgegeben:

- AC- oder DC-Eingangskopplung unverändert bzw. letzte Einstellung vor der Umschaltung auf GND
- interne (vom Meßsignal abgeleitete) Triggerung
- automatische Triggerung
- Trigger-LEVEL-Einstellung auf Bereichsmitte
- Y-Ablenkoeffizient(en) kalibriert
- Zeitbasis-Ablenkkoeffizient kalibriert
- AC-Triggerkopplung (Ausnahme: DC-Triggerkopplung)
- unverzögerter Zeitbasis-Betrieb
- keine X-Dehnung x10
- automatische X- und Y-Strahlpositionseinstellung
- Strahl und Readout sichtbar

Liegt GND-Eingangskopplung vor und wird AUTOSET betätigt, stellt sich die zuletzt benutzte Eingangskopplung (AC oder DC) ein.

Nur wenn zuvor DC-Triggerkopplung vorlag, wird nicht auf AC-Triggerkopplung geschaltet und die automatische Triggerung erfolgt ohne Spitzenwerterfassung. Die mit AUTOSET vorgegebenen Betriebsbedingungen überschreiben die vorherigen Einstellungen. Falls unkalibrierte Bedingungen vorlagen, wird durch AUTOSET elektrisch automatisch in die kalibrierte Einstellung geschaltet. Anschließend kann die Bedienung wieder manuell erfolgen.

Die Ablenkkoeffizienten 1mV/cm und 2mV/cm werden, wegen der reduzierten Bandbreite in diesen Bereichen, durch AUTOSET nicht gewählt.

Achtung: Liegt ein pulsförmiges Signal an, dessen Tastverältnis einen Wert von ca. 400:1 erreicht oder überschreitet, ist in den meisten Fällen keine automatische Signaldarstellung mehr möglich. Der Y-Ablenkkoeffizient ist dann zu klein und der Zeit-Ablenkkoeffizient zu groß. Daraus resultiert, daß nur noch die Strahllinie dargestellt wird und der Puls nicht sichtbar ist.

In solchen Fällen empfiehlt es sich, auf Normaltriggerung umzuschalten und den Triggerpunkt ca. 5mm über oder unter die Strahllinie zu stellen. Leuchtet dann die Triggeranzeige-LED, liegt ein derartiges Signal an. Um das Signal sichtbar zu machen, muß zuerst ein kleinerer Zeit-Ablenkkoeffizient und danach ein größerer Y-Ablenkkoeffizient gewählt werden. Dabei kann sich allerdings die Strahlhelligkeit so stark verringern, daß der Puls nicht sichtbar wird.

Mittelwert-Anzeige

Bei abgeschalteten CURSOR-Linien zeigt das READOUT den Gleichspannungsmittelwert der Meßspannung an, wenn im AUTO MEASURE-Menü die Funktion „DC“ aktiviert ist und weitere Bedingungen erfüllt sind:

Das zu messende Signal (bei Wechselspannungen > 20 Hz) muß am Eingang von CH I (25) oder CH II (28) anliegen und mit DC-Eingangskopplung (26) (29) auf den nachfolgenden Meßverstärker gelangen. Es muß Yt- (Zeitbasis) Betrieb mit interner Triggerung vorliegen (Triggerquelle: CH I oder CH II; keine alternierende Triggerung). Die Anzeige erfolgt nur wenn AC- oder DC-Triggerkopplung vorliegt.

Sind die vorgenannten Bedingungen nicht erfüllt, wird ”n/a” angezeigt.

Der Mittelwert wird mit Hilfe des bei interner Triggerung benutzten Triggersignalverstärkers erfaßt. Im Einkanalbetrieb (CH I oder CH II) ergibt sich die Zuordnung der Mittelwertanzeige zum angezeigten Kanal automatisch, da mit der Kanalumschaltung automatisch auch die Triggerquelle (Verstärker) umgeschaltet wird. Bei DUAL-Betrieb kann die Triggerquelle (CH I oder CH II) gewählt werden. Die Mittelwertanzeige bezieht sich auf den Kanal, von dem das Triggersignal stammt.

Der Gleichspannungsmittelwert wird mit Vorzeichen angezeigt (z.B. dc:Y1 501mV bzw. dc:Y1 -501mV). Meßbereichsüberschreitungen werden durch ” < ” bzw. ” > ” Zeichen gekennzeichnet (z.B. dc:Y1 <-1.80V bzw. dc:Y1 >1.80V). Bedingt durch eine für die Mittelwertanzeige notwendige Zeitkonstante, aktualisiert sich die Anzeige erst nach einigen Sekunden, wenn Spannungsänderungen erfolgen.

Bei der Anzeigegenauigkeit sind die Spezifikationen des Oszilloskops zu beachten (maximale Toleranz der Meßverstärker 3% von 5mV/cm bis 20V/cm). Normalerweise liegen die Meßverstärkertoleranzen deutlich unterhalb von 3%; es sind jedoch weitere Abweichungen, wie z.B. unvermeidliche Offsetspannungen zu berücksichtigen, die ohne angelegtes Meßsignal eine von 0-Volt abweichende Anzeige bewirken können.

Die Anzeige zeigt den arithmetischen (linearen) Mittelwert. Bei Gleich- bzw. Mischspannungen (Gleichspannungen mit über-lagerter Wechselspannung) wird die Gleichspannung bzw. der Gleichspannungsanteil angezeigt. Im Falle von Rechteckspan-nungen geht das Tastverhältnis in die Mittelwertanzeige ein.

Komponenten-Test (Analogbetrieb)

Gerätebezogene Informationen, welche die Bedienung und die Meßanschlüsse betreffen, sind dem Absatz „CT“ (37) unter ”Bedienelemente und Readout” zu entnehmen.

Das Oszilloskop verfügt über einen eingebauten Komponenten-Tester. Der zweipolige Anschluß des zu prüfenden Bauelementes erfolgt über die dafür vorgesehenen Buchsen. Im Komponententest-Betrieb sind sowohl die Y-Vorverstärker wie auch der Zeitbasisgenerator abgeschaltet. Jedoch dürfen Signalspannungen an den auf der Frontplatte befindlichen BNC-Buchsen weiter anliegen, wenn einzelne nicht in Schaltungen befindliche Bauteile (Einzelbauteile) getestet werden. Nur in diesem Fall müssen die Zuleitungen zu den BNC-Buchsen nicht gelöst werden (siehe ”Tests direkt in der Schaltung”). Außer den INTENS. / FOCUS- und X-POS.-Einstellern haben die übrigen Oszilloskop-Einstellungen keinen Einfluß auf diesen Testbetrieb. Für die Verbindung des Testobjekts mit dem Oszilloskop sind zwei einfache Meßschnüre mit 4mm-Bananensteckern erforderlich.

Wie im Abschnitt SICHERHEIT beschrieben, sind alle Meßanschlüsse (bei einwandfreiem Betrieb) mit dem Netzschutzleiter verbunden, also auch die Buchsen für den Komponententester. Für den Test von Einzelbauteilen (nicht in Geräten bzw. Schaltungen befindlich) ist dies ohne Belang, da diese Bauteile nicht mit dem Netzschutzleiter verbunden sein können.

Sollen Bauteile getestet werden, die sich in Testschaltungen bzw. Geräten befinden, müssen die Schaltungen bzw. Geräte unter allen Umständen vorher stromlos gemacht werden. Soweit Netzbetrieb vorliegt, ist auch der Netzstecker des Testobjektes zu ziehen. Damit wird sichergestellt, daß eine Verbindung zwischen Oszilloskop und Testobjekt über den Schutzleiter vermieden wird. Sie hätte falsche Testergebnisse zur Folge.

Nur entladene Kondensatoren dürfen getestet werden!

Das Testprinzip ist von bestechender Einfachheit. Ein im Oszilloskop befindlicher Sinusgenerator erzeugt eine Sinusspannung, deren Frequenz 50Hz (±10%) beträgt. Sie speist eine Reihenschaltung aus Prüfobjekt und eingebautem Widerstand. Die Sinusspannung wird zur Horizontalablenkung und der Spannungsabfall am Widerstand zur Vertikalablenkung benutzt.

Ist das Prüfobjekt eine reelle Größe (z.B. ein Widerstand), sind beide Ablenkspannungen phasengleich. Auf dem Bildschirm wird ein mehr oder weniger schräger Strich dargestellt. Ist das Prüfobjekt kurzgeschlossen, steht der Strich senkrecht. Bei Unterbrechung oder ohne Prüfobjekt zeigt sich eine waage-rechte Linie. Die Schrägstellung des Striches ist ein Maß für den Widerstandswert. Damit lassen sich ohmische Wider-stände zwischen 20 Ohm und 4,7k Ohm testen.

Kondensatoren und Induktivitäten (Spulen, Drosseln, Trafowicklungen) bewirken eine Phasendifferenz zwischen Strom und Spannung, also auch zwischen den Ablenkspannungen. Das ergibt ellipsenförmige Bilder. Lage und Öffnungsweite der Ellipse sind kennzeichnend für den Scheinwiderstandswert bei einer Frequenz von 50Hz. Kondensatoren werden im Bereich 0,1µF bis 1000µF angezeigt.

Eine Ellipse mit horizontaler Längsachse bedeutet eine hohe Impedanz (kleine Kapazität oder große Induktivität).

Eine Ellipse mit vertikaler Längsachse bedeutet niedrige Impedanz (große Kapazität oder kleine Induktivität).
Eine Ellipse in Schräglage bedeutet einen relativ großen Verlustwiderstand in Reihe mit dem Blindwiderstand.

Bei Halbleitern erkennt man die spannungsabhängigen Kennlinienknicke beim Übergang vom leitenden in den nichtleitenden Zustand. Soweit das spannungsmäßig möglich ist, werden Vorwärts- und Rückwärts-Charakteristik dargestellt (z.B. bei einer Z-Diode unter 10V). Es handelt sich immer um eine Zweipol-Prüfung; deshalb kann z.B. die Verstärkung eines Transistors nicht getestet werden, wohl aber die einzelnen Übergänge B-C, B-E, C-E. Da der Teststrom nur einige mA beträgt, können die einzelnen Zonen fast aller Halbleiter zerstörungsfrei geprüft werden. Eine Bestimmung von Halbleiter-Durchbruch- und Sperrspannung >10V ist nicht möglich. Das ist im allgemeinen kein Nachteil, da im Fehlerfall in der Schaltung sowieso grobe Abweichungen auftreten, die eindeutige Hinweise auf das fehlerhafte Bauelement geben.

Genaue Ergebnisse erhält man beim Vergleich mit sicher funktionsfähigen Bauelementen des gleichen Typs und Wertes. Dies gilt insbesondere für Halbleiter. Man kann damit z.B. den kathodenseitigen Anschluß einer Diode oder Z-Diode mit

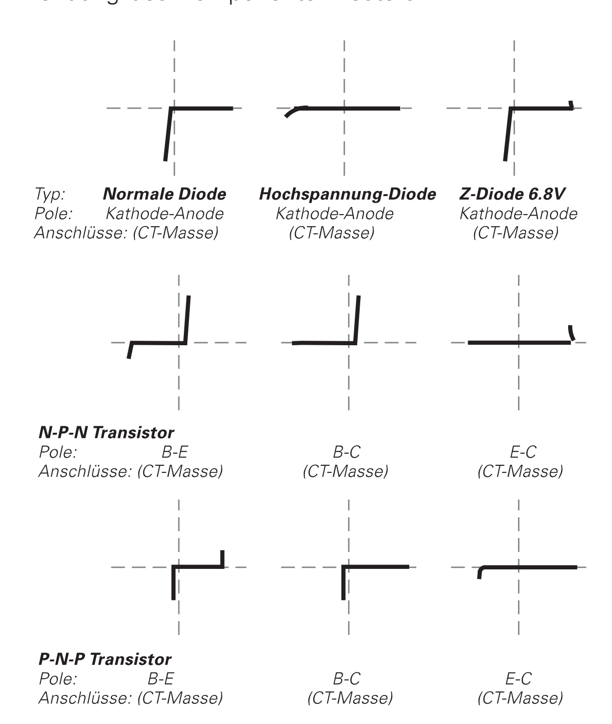
unkenntlicher Bedruckung, die Unterscheidung eines p-n-p-Transistors vom komplementären n-p-n-Typ oder die richtige Gehäuseanschlußfolge B-C-E eines unbekannten Transistortyps schnell ermitteln.

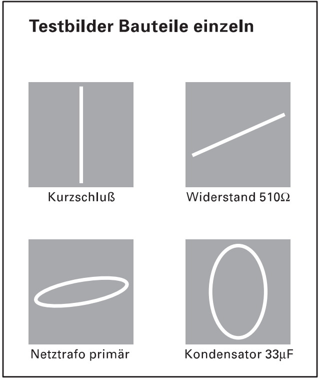
Zu beachten ist hier der Hinweis, daß die Anschlußumpolung eines Halbleiters (Vertauschen der Meßkabel) eine Drehung des Testbilds um 180° um den Rastermittelpunkt der Bildröhre bewirkt.

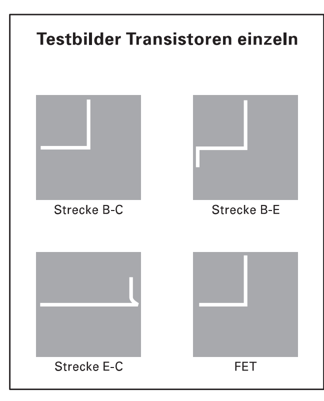
Wichtiger noch ist die einfache Gut-/Schlecht-Aussage über Bauteile mit Unterbrechung oder Kurzschluß, die im Service-Betrieb erfahrungsgemäß am häufigsten benötigt wird. Die übliche Vorsicht gegenüber einzelnen MOS-Bauelementen in Bezug auf statische Aufladung oder Reibungselektrizität wird dringend angeraten. Brumm kann auf dem Bildschirm sichtbar werden, wenn der Basis- oder Gate-Anschluß eines einzelnen Transistors offen ist, also gerade nicht getestet wird (Handempfindlichkeit).

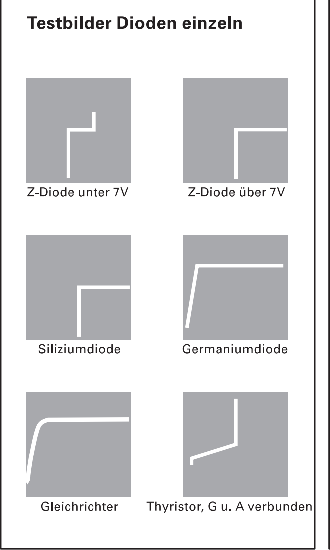
Tests direkt in der Schaltung sind in vielen Fällen möglich, aber nicht so eindeutig. Durch Parallelschaltung reeller und/ oder komplexer Größen - besonders wenn diese bei einer Frequenz von 50Hz relativ niederohmig sind - ergeben sich meistens große Unterschiede gegenüber Einzelbauteilen. Hat man oft mit Schaltungen gleicher Art zu arbeiten (Service), dann hilft auch hier ein Vergleich mit einer funktionsfähigen Schaltung. Dies geht sogar besonders schnell, weil die Vergleichsschaltung nicht unter Strom gesetzt werden muß (und darf!). Mit den Testkabeln sind einfach die identischen Meßpunktpaare nacheinander abzutasten und die Schirmbilder zu vergleichen. Unter Umständen enthält die Testschaltung selbst schon die Vergleichsschaltung, z.B. bei Stereo-Kanälen, Gegentaktbetrieb, symmetrischen Brückenschaltungen. In Zweifelsfällen kann ein Bauteilanschluß einseitig abgelötet werden. Genau dieser Anschluß sollte dann mit dem nicht an der Massebuchse angeschlossenen Meßkabel verbunden werden, weil sich damit die Brummeinstreuung verringert. Die Prüfbuchse mit Massezeichen liegt an Oszilloskop-Masse und ist deshalb brumm-unempfindlich.

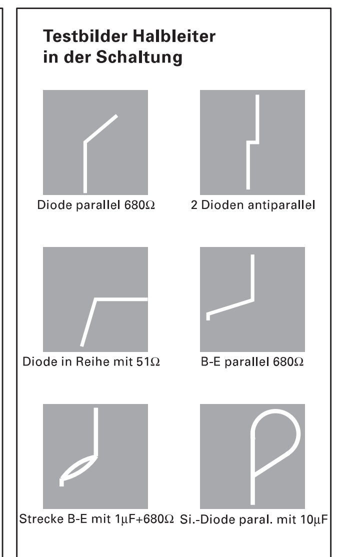
Die Testbilder zeigen einige praktische Beispiele für die Anwendung des Komponenten-Testers.











Speicherbetrieb

Gegenüber dem Analog-Oszilloskop-Betrieb bietet der Digital-Betrieb grundsätzlich folgende Vorteile:

Einmalig auftretende Ereignisse sind leicht erfaßbar. Niederfrequente Signale können problemlos als vollständiger Kurvenzug dargestellt werden. Höherfrequente Signale mit niedriger Wiederholfrequenz rufen keinen Abfall der Darstellungshelligkeit hervor. Erfaßte Signale können relativ einfach dokumentiert bzw. weiterverarbeitet werden.

Gegenüber dem Analog-Oszilloskop-Betrieb gibt es aber auch Nachteile:

Die schlechtere Y- und X-Auflösung und die niedrigere Signalerfassungshäufigkeit. Außerdem ist die maximal darstellbare Signalfrequenz abhängig von der Zeitbasis. Bei zu niedriger Abtastrate können sogenannte „Alias“-Signaldarstellungen (aliasing) erfolgen, die ein nicht in dieser Form existierendes Signal zeigen.

Der Analog-Betrieb ist bezüglich der Originaltreue der Signaldarstellung unübertroffen. Mit der Kombination von Analog- und Digital-Oszilloskop bietet HAMEG dem Anwender die Möglichkeit, abhängig von der jeweiligen Meßaufgabe, die jeweils geeignetere Betriebsart zu wählen.

Erfassungsarten

Der HM507 verfügt über zwei 8-Bit A/D-Wandler. Die Abtastrate, die vom Zeit-Ablenkkoeffizienten abhängig ist, wird im Readout angezeigt.

Echtzeiterfassung: Wie der Tabelle 22.3.1 unter „Bedienelemente und Readout" zu entnehmen, erfolgt die Signalerfassung bei Zeit-Ablenkkoeffizienten von 100s/div. bis 2µs/div (5µs/div mit SINGLE und DUAL) in Echtzeit. Dabei gibt es keinen Unterschied zwischen der Erfassung repetierender (sich ständig wiederholender) Signale und dem Aufzeichnen einmalig auftretender Signale (Ereignisse). Die Triggerung startet die Signalabtastung, die anschließend so lange durchgeführt wird, bis der Speicher voll ist.

Bei Echtzeiterfassung sollten mindestens 10 Abtastungen während einer Periode des zu erfassenden Signals erfolgen (siehe „Horizontalauflösung"). In Verbindung mit der maximalen (Echtzeit-) Abtastrate von 100MSa/s, ergibt sich daraus eine höchste Signalfrequenz von 10MHz.

Random-Erfassung: Random-Sampling ermöglicht Zeit-Ablenkkoeffizienten von 1µs/div. (Abtastintervall 5ns) bis 100ns/ div.(Abtastintervall 500ps), die mit einer maximalen A/D-Wandler Abtastrate von 100MSa/s (Abtastintervall = 10ns) im Echtzeitbetrieb nicht realisierbar sind. Damit lassen sich Signale mit noch höheren Frequenzen, als bei Echtzeiterfassung darstellen.

Random-Sampling setzt Signale voraus, die sich ständig und unverändert wiederholen. Die Abtastung erfolgt zufällig, aber mit zeitlichem Bezug zum Triggerpunkt des zu erfassenden Signals. Während jeder Signalperiode wird dabei u.U. nur einmal abgetastet. Eine vollständige Aufnahme setzt somit eine hohe Zahl von Signalperioden voraus, um aus den zufällig durchgeführten Abtastungen eine vollständige Signaldarstellung (2048 Abtastwerte) erstellen zu können und benötigt daher Zeit.

Bei Random-Sampling führen Signaljitter, -rauschen, Phasen- und Amplitudenänderungen zu fehlerhaften, nicht der Realität entsprechenden Signaldarstellungen.

Alle im Digitalspeicher-Betrieb erfaßten und gespeicherten Signaldaten können über die RS232 Schnittstelle zur Dokumen-tation abgerufen werden. Diesbezügliche Informationen sind dem Abschnitt „RS232-Interface" zu entnehmen.

Signal-Erfassungsarten

Im Speicherbetrieb können Signale in 6 Betriebsarten erfaßt bzw. dargestellt werden:

REFRESH-Betrieb (Readout zeigt „rfr" an),
ENVELOPE-Betrieb (Readout zeigt „env" an),
AVERAGE-Betrieb (Readout zeigt „avm" an),
ROLL-Betrieb (Readout zeigt „rol" an),
SINGLE-Betrieb (Readout zeigt „sgl" an) und
XY-Betrieb (Readout zeigt oben links nur die Abtastrate an).

Die Signalerfassung wird im SINGLE-, REFRESH-, ENVELOPE- und AVERAGE-Betrieb durch die Triggerung ausgelöst, während sie im ROLL- und XY-Betrieb triggerunabhängig (ungetriggert) erfolgt.

Der **REFRESH**-Betrieb entspricht bezüglich der Darstellung dem gewohnten Verhalten eines Analog-Oszilloskops. Durch die Triggerung ausgelöst, erfolgt ein „Schreibvorgang", der am linken Bildrand beginnt (0s Pretrigger) und am rechten Rand endet. Ein darauf folgendes Triggerereignis startet erneut die Datenerfassung und überschreibt die Daten des vorherigen Abtastzyklus.

Bei automatischer Triggerung und ohne anliegendes Signal wird die Y-Strahlposition aufgezeichnet. Liegt ein Signal an, dessen Signalfrequenz kleiner als die Wiederholfrequenz der Triggerau-tomatik ist, erfolgt - wie im Analogoszilloskop-Betrieb - eine ungetriggerte Darstellung. Im Gegensatz dazu wird bei Normal-triggerung ohne Triggersignal keine neue Aufzeichnung gestartet. Anders als im Analogoszilloskop-Betrieb bleibt der Bildschirm dann nicht dunkel, sondern zeigt die letzte Aufzeich-nung so lange, bis ein erneutes Auslösen der Triggerung eine neue Aufzeichnung bewirkt.

Die Betriebsarten **Average** („avm") und **Envelope** („env") sind Unterbetriebsarten des Refreshbetriebs (siehe „Bedienelemente und Readout").

Im **SINGLE**-Betrieb können einmalige Ereignisse aufgezeichnet werden. Die Aufzeichnung beginnt, wenn das Readout „sgl" anzeigt **und** die **RES** - (RESET) LED leuchtet. Nach Auslösen der Triggerung und dem Ende der Aufzeichnung erlischt die RESET-LED.

Um ein ungewolltes Auslösen von Signalaufzeichnungen durch die Triggerautomatik zu verhindern, wird automatisch auf Normaltriggerung umgeschaltet.

Mit dem **Y-POS** -Einsteller kann das 0 Volt Symbol (**^**) auf eine geeignete Rasterposition gestellt werden.

Anschließend kann das Triggerpunkt-Symbol mit dem LEVEL-Einsteller ober- oder unterhalb der 0 Volt Position eingestellt werden. Ist seine Position 2 Division oberhalb der vorher bestimmten 0 Volt Position festgelegt, erfolgt die Triggerung mit einer Eingangsspannung, die diesen Wert (2 Division) über- oder unterschreitet (Flankenrichtung). Die Höhe der benötigten Eingangsspannung hängt dann nur noch vom Y-Ablenkkoeffizienten und dem Tastteiler ab.

Beispiel: Triggerpunkt 2 div. über 0 Volt, 1 Volt/Division und 10:1 Tastteiler = +20 Volt.

ROLL - Betrieb: Siehe „rol" unter Punkt [41] (41.1.4) im Abschnitt „Bedienelemente und Readout".

Speicherauflösung

Vertikalauflösung
Die im Speicherteil eingesetzten 8 Bit Analog-/Digital-Wandler ermöglichen 256 unterschiedliche Strahlpositionen (Vertikalauflösung). Die Darstellung auf dem Schirmbild erfolgt so, daß die Auflösung 25 Punkte/cm beträgt. Dadurch ergeben sich Vorteile bei der Signal-Darstellung, -Dokumentation und -Nachverarbeitung (Dezimalbrüche).

Geringfügige, die Y-Position und -Amplitude betreffende, Abweichungen zwischen der Darstellung auf dem Bildschirm (analog) und der digitalen Dokumentation (z.B. Drucker) sind unvermeidlich. Sie resultieren aus unterschiedlichen Toleranzen, welche die zur Schirmbilddarstellung benötigten Analogschaltungen betreffen. Die Strahlpositionen sind wie folgt definiert:

Mittlere horizontale Rasterlinie	= 10000000b	= 80h	= 128d
Oberste „ „	= 11100100b	= E4h	= 228d
Unterste „ „	= 00011100b	= 1Ch	= 28d

Im Gegensatz zum Analogoszilloskop-Betrieb, mit seiner theoretisch unendlichen Y-Auflösung, ist sie im Digital-Speicheroszilloskop Betrieb auf 25 Punkte/cm begrenzt. Dem Meßsignal überlagertes Rauschen führt dazu, daß, besonders dann, wenn die Y-Position kritisch eingestellt ist, sich bei der A/D-Wandlung das geringwertigste Bit (LSB) ständig ändert.

Horizontalauflösung

Es können maximal 3 Signaldarstellungen gleichzeitig auf dem Bildschirm erfolgen (2 Kanäle bei DUAL-Betrieb und 1 Referenzsignal). Jede Signaldarstellung besteht aus 2048 Byte

(Punkten). Dabei werden 2000 Punkte über 10 Rasterteilungen (Division) dargestellt. Somit beträgt die Auflösung 200 Punkte pro Teilung.

Gegenüber nur Digital-Oszilloskopen mit VGA- (50 Punkte/div.) oder LCD- (25 Punkte/div.) Anzeige ergibt sich daraus nicht nur eine 4 bzw. 8fach bessere X-Auflösung, auch die maximal erfaßbare Signalfrequenz ist in jeder Zeitbasisstellung 4 bzw. 8fach höher. Damit werden auch höherfrequente Signalanteile, die relativ niederfrequenten Signalen überlagert sind, noch erfaßbar. Beispiel: Es soll eine Signalperiode eines 50Hz Sinussignals dargestellt werden. Der Zeit-Ablenkkoeffizient muß dabei 2ms/div. betragen. Im Vergleich ergeben sich folgende Abtastraten und daraus resultierend die maximal erfaßbaren Signalfrequenzen.

Punkte/div	Abtastintervall	Abtastrate	Signalfreq.
200	2ms/200 = 10µs	100kS/s	10kHz
50	2ms/50 = 40µs	25kS/s	2,5kHz
25	2ms/25 = 80µs	2,5kS/s	1,25kHz

Anmerkung:
1. Das Abtastintervall ist der Zeitabstand zwischen den einzelnen Abtastungen (Erfassungslücke). Je geringer die Zahl der über ein Division anzeigbaren Bildpunkte ist, desto größer ist das Abtastintervall.

2. Die Abtastrate ist der reziproke Wert des Abtastintervalls (1/Abtastintervall = Abtastrate).

3. Die Signalfrequenzangabe bezieht sich auf die höchste sinus-förmige Signalfrequenz, die bei der vorgegebenen Abtastrate noch 10 Abtastungen auf einer Sinusperiode ermöglicht. Ist die Zahl der Abtastungen/Periode <10, kann z.B. nicht mehr erkannt werden, ob ein Sinus- oder Dreiecksignal erfaßt wurde.

Horizontalauflösung mit X-Dehnung

Wie zuvor beschrieben, ist die relativ hohe X-Auflösung von 200 Signal-Abtastungen/div. vorteilhaft. Mit 10facher X-Dehnung bleibt die Auflösung von 200 Abtastpunkten pro Zentimeter (Division) erhalten, obwohl dann theoretisch nur 20 Punkte pro Div. anzeigbar wären. Die fehlenden 180 Punkte werden interpoliert. Der ist die maximale Abtastrate durch 10 zu dividieren. Das Resultat ist die höchste Signalfrequenz (100MS/s : 10 = 10MHz).

Anzeige von Alias-Signalen.

Falls, bedingt durch die Zeitbasiseinstellung, die Abtastrate zu niedrig ist, kann es zur Darstellung sogenannter Alias-Signale (engl. aliasing) kommen. Wie im Abschnitt „Bedienelemente und Readout“ unter „(22) TIME/DIV.“ > „22.3 > „AL?“ beschrieben, zeigt das Readout eine Warnung an, wenn weniger als 2 Abtastungen pro Signalperiode erfolgen.

Das folgende Beispiel beschreibt Alias-Signaldarstellungen:

Ein sinusförmiges Signal wird mit einer Abtastung pro Periode abgetastet. Wenn das Sinussignal zufällig frequenz- und phasengleich dem Abtasttakt ist und die Abtastung jedesmal erfolgt, wenn der positive Signalscheitelwert vorliegt, wird eine waagerechte Linie in der Y-Position des positiven Signalscheitelwertes angezeigt. Dadurch wird eine Gleichspannung als Meßsignal vorgetäuscht.

Andere Auswirkungen des Alias-Effektes sind scheinbar ungetriggerte Signaldarstellungen mit Abweichungen der angezeigten (z.B. 2kHz) von der tatsächlichen Signalfrequenz (z.B. 1MHz). Ebenso sind Hüllkurvendarstellungen möglich, die ein amplitudenmoduliertes Signal vortäuschen.

Um derartige Verfälschungen zu erkennen, genügt es, auf Analogbetrieb umzuschalten und die tatsächliche Signalform zu betrachten.

Vertikalverstärker-Betriebsarten

Prinzipiell kann das Oszilloskop im Digitalspeicherbetrieb mit den gleichen Betriebsarten arbeiten wie im analogen Betrieb. Es können so dargestellt werden:

- Kanal I einzeln,
- Kanal II einzeln,
- Kanäle I und II gleichzeitig (Yt oder XY),
- Summe der beiden Kanäle,
- Differenz der beiden Kanäle.

Abgleich

Nach Aufruf von MAIN MENU > ADJUSTMENT > AUTO ADJUSTMENT werden mehrere Menüpunkte angezeigt. Sie können vom Anwender aufgerufen werden und bewirken dann einen automatischen Abgleich.

Alle Menüpunkte betreffen das Temperaturverhalten des Oszilloskops unter extremen Umgebungsbedingungen, wenn die Umgebungstemperatur stark von ca. 21°C abweicht, bei der Werksabgleich erfolgte. Fehler (z.B. durch das Anlegen zu hoher Spannungen) können ein ähnliches Verhalten hervorrufen; lassen sich durch die Abgleichprozeduren aber nicht beheben.

Während des Abgleichs werden Sollwertabweichungen korrigiert und dauerhaft gespeichert. Ändern sich die Umgebungstemperaturen erneut stark, kann ein erneuter Abgleich erforderlich werden.

Vor Aufruf der Abgleichprozedur muß das Oszilloskop seine Betriebstemperatur erreicht haben. Während des Abgleichs darf an den BNC-Buchsen kein Signal anliegen.

Folgende Abgleichpunkte lassen sich aufrufen:

1. SWEEP START POSITIONS
Bei Yt- (Zeitbasis-) Betrieb ist die Position des Strahlstarts abhängig vom gewählten Zeitkoeffizienten. Der Abgleich minimiert derartige Positionsänderungen. Während des automatischen Abgleichs wird „WORKING“ angezeigt.

2. Y AMP (Meßverstärker Kanal I und II)
Mit Ändern des Y-Ablenkkoeffizienten im Bereich 5mV/div bis 20V/div. sind geringe Y-Positionsänderungen unvermeidlich. Änderungen von mehr als ± 0,2div werden mit dem Abgleich korrigiert. Die Angaben beziehen sich auf offene, aber abgeschirmte Meßeingänge.

Der automatische Abgleich wird immer für beide Meßverstärker durchgeführt. Nach dem Abgleich wird wieder das AUTO ADJUSTMENT MENU angezeigt.

3. TRIGGER AMP
Bei interner Triggerung (Triggerquelle: CH I oder II) und der Umschaltung von AC- auf DC-Triggerkopplung können Abweichungen des Triggerpunktes sichtbar werden, obwohl das an der CH I- oder CH II-Buchse anliegende 50kHz Sinussignal über einen Koppelkondensator (AC-Eingangskopplung) auf die Meß- und Trigger-Verstärker gelangt. Der automatische Abgleich betrifft immer beide Triggerverstärker und minimiert derartige Abweichungen.

Nach erfolgtem Abgleich wird erneut das AUTO ADJUSTMENT MENU angezeigt.

4. X MAG POS
Mit X MAG POS wird der Einstellbereich des X-POS.-Einstellers zwischen gedehnter (X-MAG. x10) und ungedehnter Darstellung koordiniert.

5. CT X POS
Der Einstellbereich des X-POS.-Einstellers bei „Component Tester"-Betrieb wird an Yt-Betrieb mit X-MAG. x1 angepaßt.

6. STORE AMP
Der automatische Abgleich betrifft die Angleichung der Strahlposition beider Kanäle und der Verstärkung, bezogen auf Analogbetrieb.

RS232-Interface - Fernsteuerung

Sicherheitshinweis



Achtung:
Alle Anschlüsse der Schnittstelle am Oszilloskop sind galvanisch mit dem Oszilloskop verbunden.

Messungen an hochliegendem Meßbezugspotential sind nicht zulässig und gefährden Oszilloskop, Interface und daran angeschlossene Geräte.

Bei Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise (siehe auch ,,Sicherheit") werden Schäden an HAMEG-Produkten nicht von der Garantie erfaßt. Auch haftet HAMEG nicht für Schäden an Personen oder Fremdfabrikaten.

Beschreibung

Das Oszilloskop verfügt auf der Geräterückseite über eine RS232 Schnittstelle, die als 9polige D-SUB Kupplung ausgeführt ist. Über diese bidirektionale Schnittstelle können Einstellparameter von einem externen Gerät (z.B. PC) zum Oszilloskop gesendet, bzw. durch das externe Gerät abgerufen werden. Eine direkte Verbindung vom PC (serieller Port) zum Interface kann über ein 9poliges abgeschirmtes Kabel (1:1 beschaltet) hergestellt werden. Die maximale Länge darf 3m nicht erreichen. Die Steckerbelegung für das RS232-Interface (9polige D-Subminiatur Buchse) ist folgendermaßen festgelegt:

Pin
2 Tx Data (Daten vom Oszilloskop zum externen Gerät)
3 Rx Data (Daten vom externen Gerät zum Oszilloskop)
7 CTS Sendebereitschaft
8 RTS Empfangsbereitschaft
5 Ground (Bezugspotential über Oszilloskop (Schutzklasse I) und Netzkabel mit dem Schutzleiter verbunden.
9 +5V Versorgungsspannung für externe Geräte (max. 400mA).

Der maximal zulässige Spannungshub an den Tx, Rx, RTS und CTS Anschlüssen beträgt ± 12Volt. Die RS232-Parameter für die Schnittstelle lauten:

N-8-2 (kein Paritätsbit, 8 Datenbits, 2 Stoppbits, RTS/CTS-Hardware-Protokoll).

Baudrateneinstellung

Die Baudrateneinstellung erfolgt automatisch. BEREICH: 110 Baud bis 115200 Baud (keine Parität, Datenlänge 8 Bit, 2 Stoppbit). Mit dem ersten nach POWER-UP (Einschalten des Oszilloskops) gesendeten SPACE CR (20hex, ODhex) wird die Baudrate eingestellt. Diese bleibt bis zum POWER-DOWN (Auschalten des Oszilloskops) oder bis zum Aufheben des Remote-Zustandes durch das Kommando RM=O, bzw. die Taste LOCAL (AUTOSET-Taste), wenn diese vorher freigegeben wurde, erhalten.

Nach Aufheben des Remote-Zustandes (**RM**-LED (**3**) dunkel) kann die Datenübertragung nur mit Senden von SPACE CR wieder aufgenommen werden. Erkennt das Scope kein SPACE CR als erste Zeichen, wird TxD für ca. 0.2ms auf Low gezogen und erzeugt damit einen Rahmenfehler.

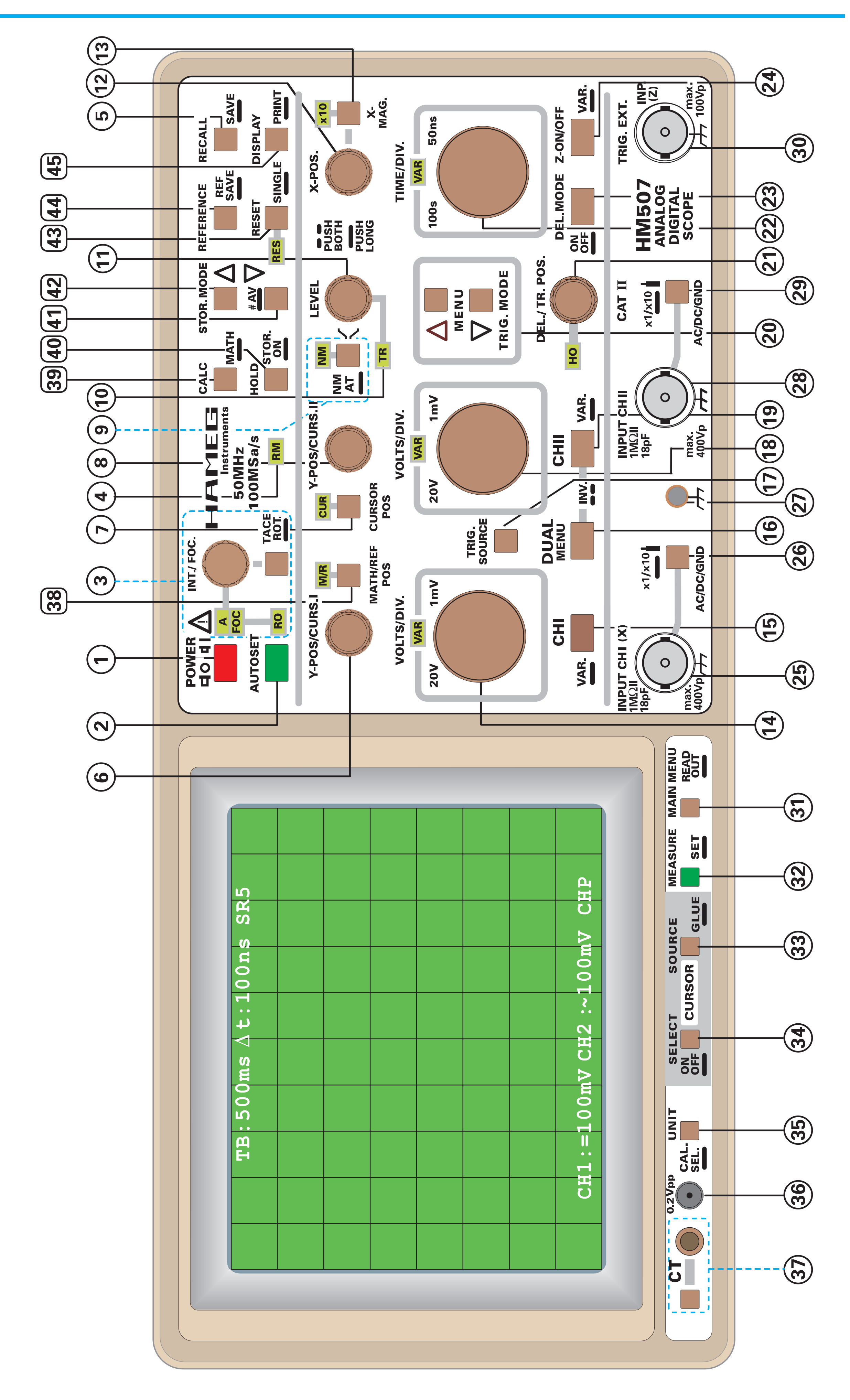
Hat das Scope SPACE CR erkannt und seine Baudrate eingestellt, antwortet es mit dem RETURNCODE "O CR LF". Die Tastatur des Scopes ist danach gesperrt. Die Zeit zwischen Remote OFF und Remote ON muß mindestens

t_{min}**=2 x (1/Baudrate) + 60µs** betragen.

Datenübertragung

Nach erfolgreicher Baudrateneinstellung befindet sich das Scope im Remote-Zustand und ist zur Entgegennahme von Befehlen bereit.

Ein Datenträger mit Programmierbeispielen, der Liste aller Befehle (Tools) und einem unter Windows 95, 98, Me, 2000 und NT 4.0 (mit Servicepack 4 oder höher) lauffähigem Programm (SP107), gehört zum Lieferumfang des Oszilloskops.

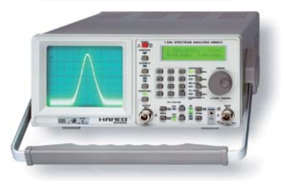




Oszilloskope



Spektrumanalysatoren



Netzgeräte

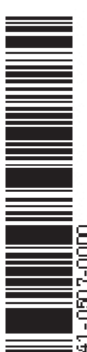


Modularsystem
Serie 8000



Steuerbare Messgeräte
Serie 8100







www.hameg.de

Änderungen vorbehalten
41-0507-00D0/08-01-2003-Hü/z

DQS-Certification: DIN EN ISO 9001:2000
Reg.-Nr.: 071040 QM

HAMEG Instruments GmbH
Industriestraße 6
D-63533 Mainhausen
Tel +49 (0) 61 82 800-0
Fax +49 (0) 61 82 800-100
sales@hameg.de